aic
Bollettino della Associazione Italiana di Cartografia
Bulletin of the Italian Cartographic Association
Aprile / April
2015 (153)
ISSN 2282-472X (ONLINE)
ISSN 0044-9733 (PRINT)
EUT

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA **2015 (153)**

http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

INDICE / *SUMMARY*

Questo numero del Bollettino raccoglie gli interventi alla sessione plenaria della conferenza ASITA 2014 dedicata al nuovo sistema geodetico nazionale ed è stato curato da Maurizio Barbarella, autore del primo articolo della raccolta.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2015 (153), 4-18

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

DOI: 10.13137/2282-472X/11146

Il nuovo Sistema Geodetico Nazionale: una opportunità o un impiccio?

The new Geodetic Reference System in Italy: an opportunity or a nuisance?

Maurizio Barbarella

Università di Bologna – maurizio.barbarella@unibo.it

Riassunto

Il Sistema di Riferimento di una nazione costituisce il linguaggio comune col quale esprimere la posizione dei dati geografici, in qualunque parte della nazione e con qualunque tecnica e qualunque precisione essi vengano acquisiti. Recentemente è stato introdotto in Italia il Sistema di Riferimento Europeo ETRF 2000 secondo le indicazioni di INSPIRE e quindi nella prospettiva di facilitare l'interscambio dei dati geografici a livello di Unione Europea. Durante il Convegno ASITA tenutosi a Firenze nel 2014 i partecipanti a una Tavola Rotonda hanno discusso le nuove prospettive che si aprono alla comunità che opera in ambito geomatico e la necessità di definire le modalità più appropriate e condivise per transitare al nuovo sistema, dalla realizzazione e manutenzione della rete che sostanzia il sistema geodetico, alla transizione dei dati pregressi al nuovo sistema di coordinate, all'interscambio dei dati. Nella Tavola Rotonda si è anche discusso il fatto che il Sistema di Riferimento non ha però la stessa valenza per tutti gli operatori: per alcune applicazioni l'inserimento in esso è centrale, anzi apre nuove prospettive, per altri è ininfluente e per altri è tutto sommato marginale, non privo di costi.
In questo numero del Bollettino AIC i Relatori della Tavola Rotonda sviluppano le tesi e le informazioni presentate al Convegno. Questa nota in particolare presenta un quadro introduttivo al problema, oltre alle opinioni al riguardo dell'autore.

Parole chiave

Sistema Geodetico, Rete di stazioni NRTK, INSPIRE, GNSS

Abstract

A national Reference System is a common language which permits to express geographical data, no matter where they have been collected or with which technique or at what level of precision. Recently it has also been introduced in Italy the European Reference System ETRS89, Frame ETRF00, in the perspective of facilitating the exchange of geographic data at EU.
During the conference ASITA held in Florence in 2014 participants in a round-table discussed the new prospects opened up to the community which work in the geomatic field and therefore the necessity to define the most appropriate methods to transform the data prior to the new DATUM.
The panel also discusses the fact that the reference system does not have the same value for all stakeholders: for some applications the inclusion in a reference system is central point. for others it is irrilevant and for other is a phase altogether marginal and not at all costless.
In this issue of the AIC Bulletin the Speakers develop the thesis and the information presented at the Conference. This note presents an introductory framework to the problem, as well as the opinions of the author about the subject.

Keywords

Geodetic Datum, NRTK networks, INSPIRE, GNSS

1. Sistema Geodetico Italiano: come ci siamo arrivati?

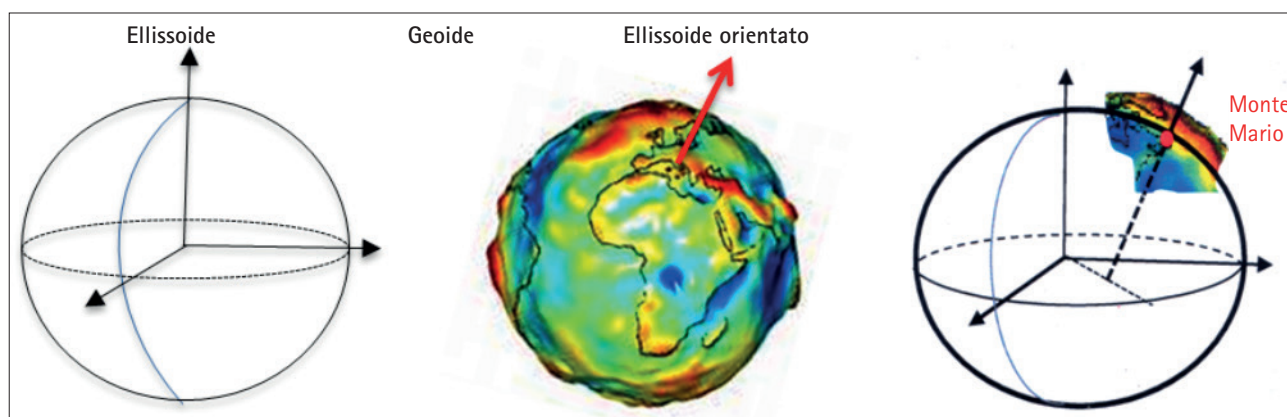
Nel mondo della topografia e della cartografia è sempre stato presente un Sistema di Riferimento codificato in termini teorici e reso accessibile agli operatori tramite una Rete Geodetica, un insieme di punti di posizione nota nel Sistema, il frame. La definizione teorica di un Sistema Geodetico fissa (oltre a numerosi parametri fisici, ad esempio il valore della velocità di rotazione terrestre) il Geoide, la figura della Terra al netto dei rilievi sopra e sotto la superficie del mare, tramite un modello del campo gravitazionale; fissa una superficie matematica di riferimento per la Terra (la forma e dimensione di un ellissoide di rotazione). In particolare viene fissato il modo con il quale la superficie matematica ellissoidica viene adattata al Geoide per costituirne il riferimento matematico: per esempio imponendo che la normale all'ellissoide sia fatta coincidere con la verticale in un qualche punto scelto convenzionalmente (orientamento locale dell'ellissoide).

Una volta eseguito l'adattamento dell'ellissoide al geoide, un qualsiasi punto sulla superficie fisica viene proiettato sul geoide seguendo la linea della verticale (la lunghezza di tale linea è la quota ortometrica del punto) e da questo sull'ellissoide, sul quale può essere individuato univocamente tramite due coordinate, ad esempio latitudine e longitudine. Una Rete Geodetica, cioè un insieme di punti materiali di coordinate note nel Sistema appositamente predisposti, è indispensabile per accedere al Sistema stesso: gli operatori si collegano con misure ai punti della Rete Geodetica, applicano le procedure operative e di calcolo previste dalle tecniche di 'riattacco', e ottengono per i nuovi punti rilevati le coordinate nel Sistema di Riferimento. In questo modo, *ovunque* si effettui il rilievo e il riattacco si hanno per i nuovi punti delle coordinate omogenee tra loro, espresse nello stesso 'linguaggio'.

1.1 Un sistema geodetico per la neonata Italia

Ovunque: si intende nell'ambito di una certa organizzazione statuale che adotta quel sistema geodetico, quel linguaggio. In Italia, all'indomani dell'unificazione e la nascita della Nazione, le funzioni delle varia strutture topo cartografiche degli stati preunitari quali l'Ufficio Tecnico del Corpo di Stato maggiore del Regno Sardo, il Reale Officio topografico Napoletano, l'Ufficio Topografico Toscano vengono assunte dall'Istituto Geografico Militare (IGM) che inizia la realizzazione della cartografia nazionale e della rete geodetica a supporto, denominata Rete Trigonometrica. Il Sistema Geodetico utilizza come forma matematica della Terra l'ellissoide di Bessel, con diversi orientamenti locali a Genova, Roma, Castanea delle Furie. Orientare localmente su un punto significa adattare l'ellissoide scelto per definire la forma 'matematica' della terra all'andamento del geoi-

FIGURA 1 – Adattamento locale di un ellissoide al geoide

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

de nell'intorno del punto, 'basta' far coincidere verticale con normale all'ellissoide Figura 1 (Hoijberg, 1997; Wellenhof H. Moritz, 2006).

Rispetto a tali riferimenti sono eseguiti i calcoli del rilievo degli 'elementi geodetici', la Rete Trigonometrica ai vari ordini, il cui calcolo è completato alla fine della I guerra mondiale (1919). La cartografia associata fin dal 1875 (proiezione di Sanson-Flamsteed) consente di rappresentare il Paese tramite poco meno di 300 proiezioni che si riferiscono ciascuna ad una zona di 30' di longitudine e 20' di latitudine, rappresentata in un unico 'Foglio' a scala 1:100000 e sottomultipli 1:50000 e 1:25000; ciascuna proiezione è però indipendente dalle altre (Bencini, 1976).

1.2 Il sistema geodetico 'tradizionale' per l'Italia

Negli anni '40 l'Italia adotta un diverso Sistema Geodetico, il Roma40 al quale è associato l'ellissoide detto 'Internazionale' di Hayford e soprattutto un nuovo tipo di rappresentazione cartografica, quella di Gauss contratta che supera sostanzialmente il policentrismo della precedente Sanson Flamsteed: dalle 278 diverse proiezioni indipendenti ci si riduce a due sole, i due 'fusi' con una zona di sovrapposizione intermedia che facilita il passaggio dall'uno all'altro. La scelta di quel sistema cartografico rende coerente l'impostazione della cartografia nazionale con quella internazionale e soprattutto consente di eseguire su un piano, quello della rappresentazione conforme, i calcoli geodetici utilizzando la semplice trigonometria piana, previa l'applicazione delle necessarie correzioni alle misure, il modulo di deformazione lineare per elementi finiti alle distanze e l'angolo di riduzione alla corda per le misure angolari (Folloni, 1978).

La Rete Trigonometrica (Figura 2) continua a restare valida come frame del nuovo Sistema, le coordinate del suoi vertici sono semplicemente trasformate nel nuovo sistema.

Alla fine della seconda guerra mondiale, l'appartenenza dell'Italia ad un blocco politico impone di adottare per le sole informazioni cartografiche anche un Sistema Geodetico comune agli altri Paesi dell'Alleanza, in modo da avere '*ovunque*' (questa volta, nell'ambito dell'Alleanza Atlantica) lo stesso linguaggio cartografico: il Sistema Geodetico ED50 (European Datum 1950), e soprattutto la cartografia nel sistema UTM (Universal Transverse Mercator). In pratica il sistema geodetico delle Tavolette (gli elementi cartografici a scala 1:25000) rimane il Roma 40, ma viene sovrastampato il reticolato UTM_ED50, con i relativi riferimenti in cornice.

Nell'ultimo quarto del '900 la tecnologia mette a disposizione degli operatori nuovi metodi tanto per la misura quanto per il calcolo e la rappresentazione del dato.

Compare sul mercato il distanziometro ad onde che fornisce una nuovo grandezza osservabile, la distanza inclinata tra centro dello strumento e centro del prisma retroriflettente, che può essere ottenuta in campagna in modo 'semplice'; la portata di qualche modello che utilizza come portante il laser (modello 8 dell'AGA ad esempio) è di alcune decine di km, come anche quella dei distanziometri ad onde centimetriche (ad esempio Tellurometer MRA); è importante sottolineare che i geodimetri diventano rapidamente leggeri e facili da usare anche per portate di qualche km, per cui entrano nella pratica operativa.

Viene anche misurata una 'poligonale' geodimetrica da Catania a Tromso per irrobustire la rete europea anche in preparazione ai prossimi rilievi satellitari; la linea spezzata rossa riconoscibile in Figura 2 che risale la penisola è il tratto italiano della poligonale con lati di circa 40 km misurati con geodimetro AGA modello 8 e angoli con teodoliti della classe Wild T3 (Kneissl *et al.*, 1976).

Anche la esecuzione dei calcoli subisce uno stravolgimento: addio alle tavole logaritmiche a 7 decimali del Bruns, ci sono calcolatori elettronici e poi personal computer che eseguono calcoli complessi in un tempo brevissimo; l'aumentata capacità di calcolo stimola lo studio e la realizzazione di software per il calcolo di compensazione in blocco delle misure o la stima dei parametri di trasformazione secondo metodi rigorosi basati sul principio dei minimi quadrati. Addio al calcolo delle coordinate con schemi elementari con parte delle misure e successiva media delle coordinate ottenute con i diversi schemi: la compensazione in blocco permette di tener conto di tutte le misure fatte, di validare la precisione stimata per le coordinate, analizzare i dati per individuare ed eliminare eventuali misure incongruenti con le altre.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 – Rete trigonometrica, vertici del I ordine

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 3 – Rete geodetica GPS IGM95

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

La rete Trigonometrica è irrobustita da nuove misure di angoli e distanze, le misure possono essere compensate e l'IGM esegue un ricalcolo della posizione dei trigonometrici ottenendo la soluzione 'IGM83' che però non è mai stata adottata ufficialmente (Surace 1992).

Le nuove tecnologie impattano sulla qualità dell'infrastruttura geodetica, non nel riferimento: rete rinnovata, ma stesso sistema geodetico.

1.3 Posizionamento tramite Sistemi di navigazione satellitari

Nell'ultima decade del secolo si diffonde l'uso di ricevitori satellitari GPS (Global Positioning System) di tipo geodetico che consentono la misura con elevata precisione di differenze di posizione tridimensionali, le 'basi GPS' espresse in uno specifico sistema.

Lo sviluppo dei sistemi di radio posizionamento satellitare per scopi bellici e non, prevede che debbano operare su tutto il mondo e quindi ha portato a definire Sistemi Geodetici Geocentrici (con origine nel baricentro terrestre) di validità mondiale. A livello internazionale si codifica il sistema International Terrestrial Reference System (ITRS) la cui rete di punti, il Frame, è costituita da Stazioni Permanenti che effettuano misure di geodesia spaziale, tra le quali particolarmente diffuse sono quelle effettuate con ricevitori GPS fissi (Altamimi et al. 2007). Il Frame viene ricalcolato periodicamente con le misure che si accumulano nel tempo e viene reso disponibile via web come International Terrestrial Reference Frame all'anno nn, (ITRFnn).

Anche a livello nazionale la diffusione dell'uso di ricevitori GPS nel mondo professionale richiede la disponibilità di una infrastruttura geodetica che ne faciliti l'uso.

La tipologia dei vertici della Rete Trigonometrica (impostata a fine ottocento sull'uso quasi esclusivo di teodoliti) costituita prevalentemente da campanili e torri oltre a pilastrini, comincia a essere vincolante per l'operatore, che, con le nuove tecniche, deve far stazione in entrambi i punti collegati. Nessun problema dal punto di vista teorico, si tratta 'semplicemente' di rinnovare la rete con vertici occupabili con gli strumenti e a cielo aperto: nasce ad opera dell'IGM la nuova Rete Geodetica GPS, denominata Rete IGM95, riportata in Figura 3 (Surace, 1997). Stavolta è cambiato il Frame ma non il Sistema Geodetico.

Per elaborare i dati acquisiti dai ricevitori satellitari però è necessario passare tramite il sistema geodetico nel quale sono espresse le misure acquisite: nelle monografie dei vertici della rete geodetica GPS sono presenti anche i valori delle coordinate nel sistema intrinseco al GPS, genericamente definite coordinate WGS84 (World Geodetic System 1984). Oltre alla tipologia dei vertici cambia drasticamente anche la precisione della loro posizione che viene ad essere migliorata di un ordine di grandezza, con scarti quadratici medi risultanti dalla compensazione in blocco a livello di alcuni cm.

2. Il nuovo sistema geodetico per l'Italia membro della UE

Il sistema di riferimento mondiale ITRS è così preciso da consentire di avvertire i movimenti relativi (rispetto al sistema stesso) delle varie placche in cui è articolata la crosta terrestre; in Figura 4 è riportata una stima delle velocità riscontrate per le stazioni permanenti e il riquadro delimita l'area europea.

Poiché l'Europa ricade essenzialmente all'interno di una placca crostale la struttura geodetica europea preposta (EUREF) ha definito uno specifico Sistema Geodetico solidale ad essa, in modo che la posizione relativa dei punti ubicati in Europa non fosse influenzata dal moto d'assieme della placca. Il Sistema è denominato European Terrestrial Reference *System* 1989 (ETRS89) con associato (attualmente) il frame European Terrestrial Reference *Frame* 2000 (ETRF2000), si veda Boucher C. e Altamimi Z., (2007); la rete di stazioni permanenti GPS che realizza il Sistema Geodetico è la European Permanent Network (EPN). Tale rete viene raffittita in Italia elaborando dati forniti da una selezione effettuata dall'IGM di alcune delle Stazioni Permanenti operanti in continuo di varie pubbliche amministrazioni esistenti in Italia, dando luogo alla Rete Dinamica Nazionale (RDN) (Maseroli, 2009, 2015; Caporali *et al.*, 2009) la cui consistenza all'impianto è riportata in Figura 5; i calcoli delle coordinate dei punti viene effettuata, come richiesto da EUREF, da più centri di calcolo, l'IGM e tre Università (Barbarella *et al.*, 2011) e EUREF accetta RDN come raffittimento locale di EPN.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 4 – Velocità dei vertici del frame ITRF08 e stazioni permanenti ubicate sulla placca europea

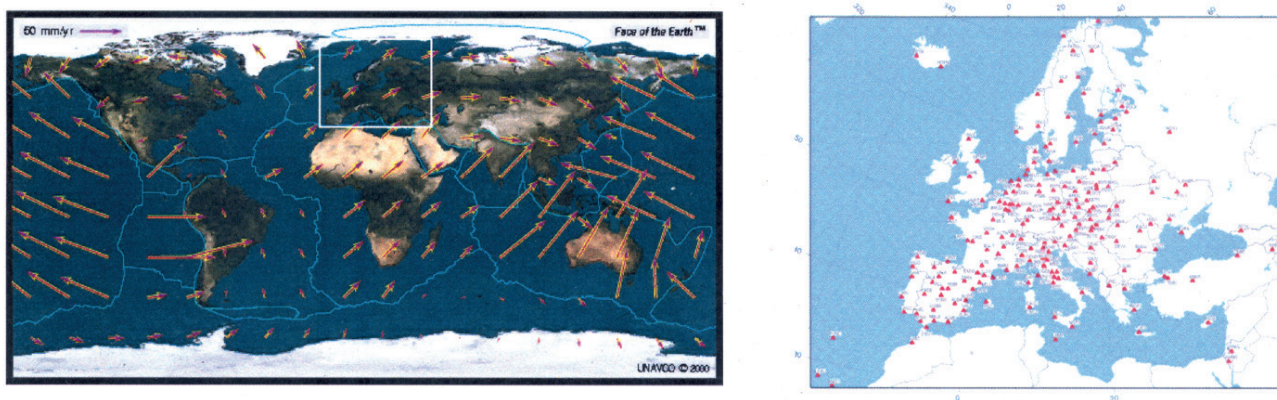
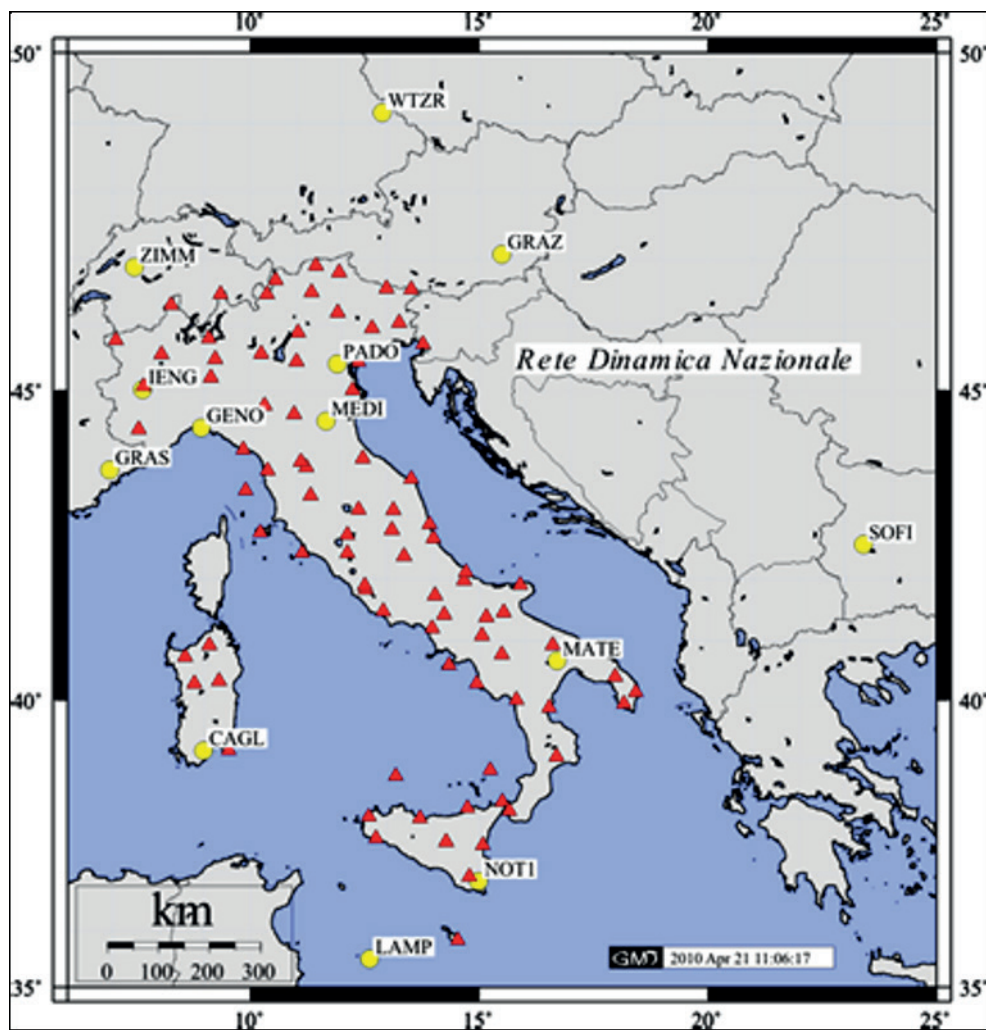



FIGURA 5 – Rete dinamica nazionale

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Nelle ultime decadi la posizione internazionale dell'Italia si configura sempre più nettamente nell'ambito dell'Unione Europea (UE): gli stretti vincoli economici e organizzativi, in attesa di quelli politici, portano anche alla definizione di un linguaggio comune anche in termini dell'informazione geografica: la Direttiva INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) [INSPIRE] obbliga gli Stati Membri della UE a strutturare i database geografici in modo omogeneo per rendere possibile l'immediato interscambio. Ovviamente se 'ovunque' nella UE si debbono rendere interoperabili i dati, è necessario fissare prima di tutto il 'linguaggio comune' in termini di coordinate.

All'inizio del 2012, il governo italiano legifera in conformità col DL 27 gennaio 2012, n. 32, (PCM 2012) e nel contesto delle attività per favorire l'applicazione della Direttiva INSPIRE, vengono pubblicati due decreti della Presidenza del Consiglio dei Ministri: quello sul DBT (DataBase Topografico) e quello di adozione del nuovo sistema di riferimento per le attività geo-topo-cartografiche: l'ETRS89, frame ETRF2000 diviene il Sistema Geodetico vigente e RDN costituisce la rete geodetica di riferimento in quanto, come detto, è il raffittimento dell'EPN in Italia; la Rete Geodetica 'statica' IGM95, costituita da circa 2000 vertici, è ricalcolata nello stesso sistema e contribuisce anche essa all'infrastruttura geodetica del nuovo Sistema.

Col Frame ETRF2000 è cambiato il linguaggio nel quale si esprime la posizione dei punti, magari c'è bisogno di un buon 'traduttore' dal vecchio linguaggio per rendere intellegibili i dati già acquisiti nel nuovo (il DL citato nell'art. 4 parla di "conversione dei dati pregressi"); sono noti gli algoritmi da utilizzare e numerosi sono gli applicativi disponibili (Cima, 2013, 2014; Ministero dell'Ambiente, 2014).

Tutto qui, l'ETRF2000 è quindi un nuovo sistema di riferimento non dissimile da quelli che si sono via via succeduti. Oppure no?

3. Cosa c'è di nuovo nell'ETRF2000 anche grazie alle tecnologie di rilievo in tempo reale

Sia che si tratti di impiegare teodoliti e geodimetri o ricevitori satellitari geodetici, il rilievo fornisce grandezze relative alle *differenze* di coordinate; per avere la posizione assoluta dei punti occorre eseguire un calcolo in blocco definendo arbitrariamente un riferimento per le coordinate: ad esempio fissare uno o più punti, e degli orientamenti. Questo può essere sufficiente per molte applicazioni.

Se oltre la posizione relativa in un sistema di coordinate arbitrario interessa anche effettuare l'inquadramento nel Sistema Nazionale, occorre collegare alcuni punti di rete facendo stazione su di essi ed effettuare un nuovo calcolo tenendoli fissi. Questo vale anche per la rete 'statica' IGM95.

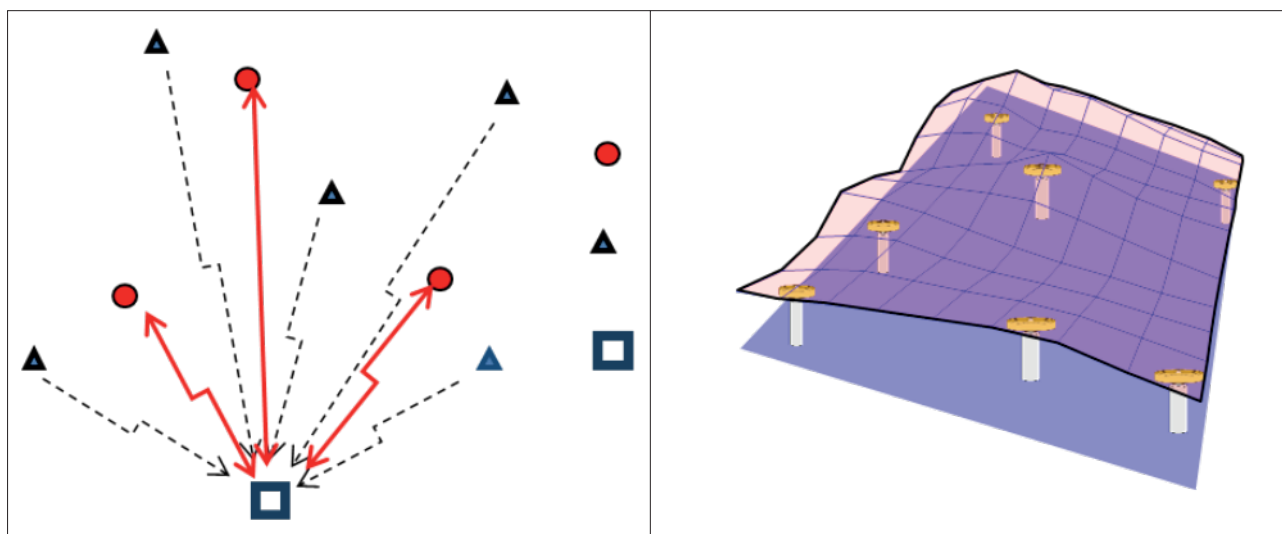
L'altra Rete, quella 'dinamica' invece prevede che i suoi vertici non siano occupabili in quanto su di essi funziona con continuità un ricevitore GPS, e che al rilevatore vengano fornite le osservazioni acquisite dalle Stazioni; un operatore che occupa un nuovo punto può utilizzare i dati acquisiti dalla Stazione Permanente per calcolare la base GPS tra lui e la Stazione.

Ma la tecnologia offre un nuovo strumento, le Reti di Stazioni Permanenti per il tempo reale NRTK (Network Real Time Kinematic); una rete di Stazioni di Riferimento (RS) di posizione relativa nota con grandissima precisione e un software appropriato consente al centro di Calcolo (CC) di stimare gli errori sistematici presenti nelle acquisizioni GPS ad un dato istante nell'area ricoperta e di fornire all'utente praticamente in tempo reale le opportune correzioni da apportare per eliminare sostanzialmente tali errori, Figura 6. Con questo sistema l'operatore ottiene la posizione del proprio ricevitore rispetto il riferimento costituito dall'insieme delle SR della Rete NRTK con grande precisione e in pochissimi minuti.

Ma a questo punto se le SR della Rete NRTK sono inserite nel sistema ETRF2000 (che è anche il Geodetico Nazionale), lo stesso avviene per le coordinate acquisite dall'operatore. Per la prima volta si ha disposizione uno strumento di rilievo che fornisce direttamente, senza post elaborazione, la posizione assoluta nel Sistema di Riferimento Nazionale.

L'accoppiata *Sistema Geodetico ETRF2000 + Rete NRTK* costituisce una grande novità: un ricevitore GPS predisposto all'acquisizione delle correzioni fornite da una rete NRTK e un cellulare per la ricezione/trasmissione del dato consentono (se TUTTO funziona) di ottenere in pochissimi minuti la posizione *assoluta* dell'antenna del ricevitore nel Sistema Nazionale.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 6 – Schema di funzionamento di una rete NRTK

4. Quali rilievi hanno bisogno di un Sistema Geodetico?

Ciò premesso, quando l'uso di un Sistema Geodetico è necessario e quando è tutto sommato superfluo se non addirittura una controproducente perdita di tempo?

Se si parte dall'osservazione che la cartografia numerica e i DBT dovranno essere espressi (anche solo 'tradotti') nel nuovo sistema è opportuno che anche i rilevi sul terreno che acquisiscono o aggiornano i dati in essi contenuti vengano rilevati e calcolati nel sistema vigente. Non è un optional: il decreto prescrive che le Pubbliche amministrazioni forniscano i dati in quel sistema (gratuitamente, alle altre Amministrazioni); tutti i lavori che realizzano prodotti cartografici debbono essere inquadrati nel sistema nazionale.

Si consideri poi una delle attività di rilievo più frequentemente praticate dagli operatori topografi, il rilievo catastale. Fino ad oggi il riferimento per l'inquadramento del rilievo nel sistema catastale è costituito dai punti fiduciali catastali, ai quali l'operatore si collega con misure secondo certe procedure; ora la presenza di reti NRTK inquadrate nel Sistema Nazionale consente di determinare la posizione dell'antenna del ricevitore con misure che durano pochissimi minuti e che portano senza ulteriori elaborazioni a coordinate 'assolute' del punto di stazione nel Sistema Geodetico Nazionale. Se anche la cartografia catastale fosse riferita al Sistema Cartografico Nazionale UTM_ETRF2000, il topografo acquisirebbe la propria posizione direttamente in riferimento alla mappa senza alcuna intermediazione. In questo caso l'importanza di QUEL Sistema di Riferimento diventa fondamentale e apre nuove prospettive che è opportuno che l'amministrazione del Catasto sfrutti appieno, come si accinge a fare.

Evidentemente per ottenere questo risultato occorre realizzare le condizioni che ne sono il presupposto: oltre la trasformazione delle mappe catastali nel nuovo sistema vigente in Italia, occorre che su tutto il territorio nazionale l'operatore possa fare affidamento a reti NRTK correttamente inserite in ETRF2000, che queste funzionino al momento del rilievo secondo precisi standard, che l'operatore segua correttamente un protocollo operativo, occorre cioè che si possa documentare la correttezza del funzionamento di tutti gli elementi della catena che consente l'acquisizione della posizione. Si tratta di importanti e delicate questioni organizzative che non intaccano però il principio (se mai possono ritardarne la realizzazione).

Se nei casi citati, DBT Regionali e Catasto, o per l'aggiornamento di cartografia, non si discute la necessità dell'utilizzo del sistema Nazionale e le grandi prospetti-

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

ve che si aprono con il rilevamento Real Time, tuttavia per molti tipi di rilievo il Sistema Geodetico – qualunque esso sia – non risulta centrale: basti pensare al monitoraggio di terreno e strutture, alla cartografia storica, al rilievo dei beni culturali e ambientali, al telerilevamento, a rilievi locali e collaudi.

Non potendo entrare nel merito di tante attività delle quali è incompetente, a titolo di esempio l'autore (appartenente alla sottospecie ASITA 'topografi') si limita ad accennare ad alcune sue recenti attività per le quali l'inserimento del prodotto nel Sistema Geodetico non sembra essere affatto centrale.

– determinazione di pendenze e ammaloramenti pavimentazione di una pista

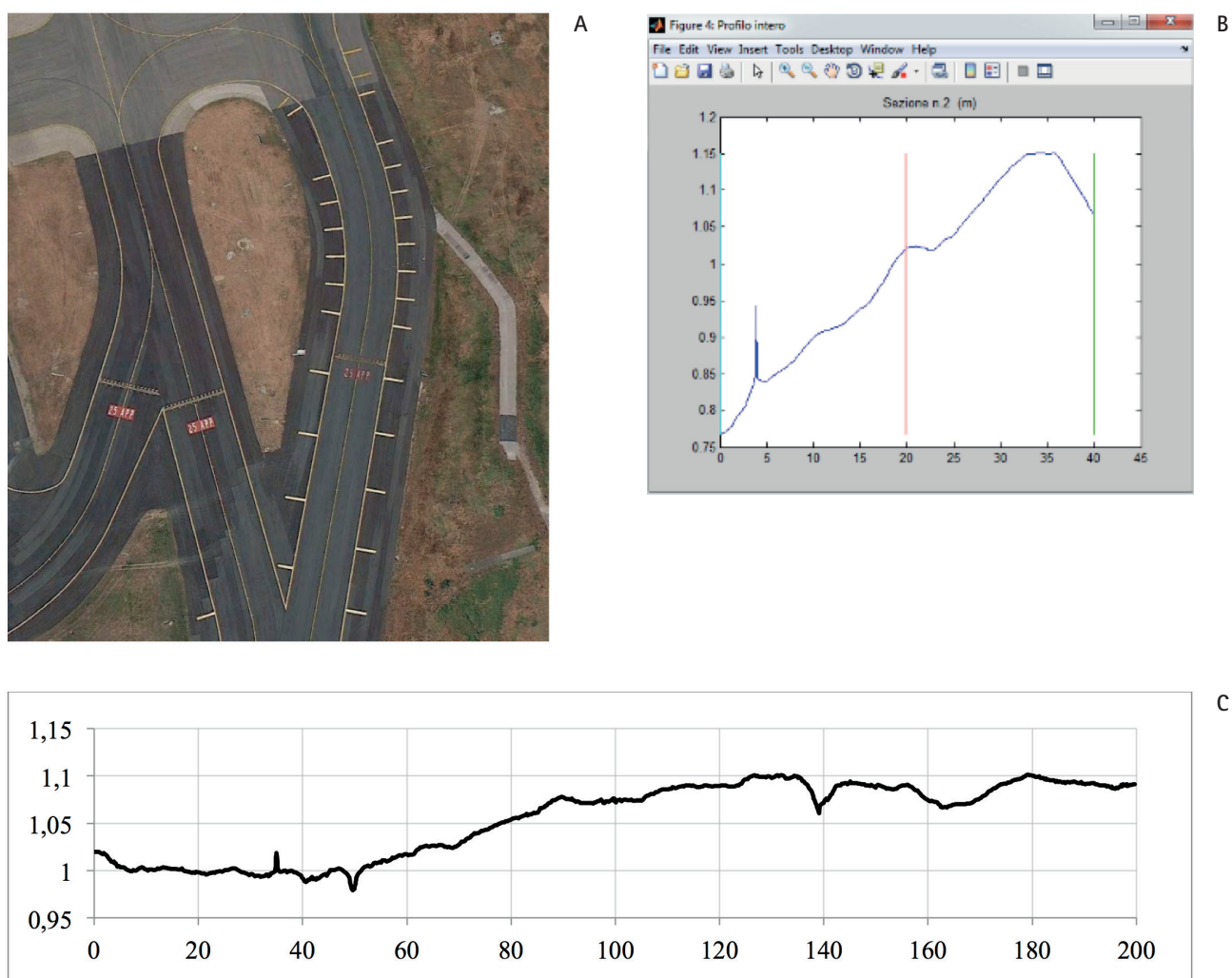
Se si misura tramite laser scanner terrestre o mobile mapping la superficie di una pista aeroportuale (Figura 7a) per individuare eventuali ammaloramenti dei quali valutare presenza, profondità e volume o per determinare la pendenza trasversale e longitudinale lungo la pista (Figure 7b e 7c), la collocazione assoluta delle grandezze cercate non interessa, ma solo quella in riferimento alla pista stessa e al sistema locale aeroportuale impiegato. Anche se, rilevando con metodo NRTK i target utili alla georeferenziazione delle nubi, si possono gestire tutti i

FIGURA 7 – Tratto di pista areoportuale e profili trasversali e longitudinali rilevati con laser scanner

A

B

C

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

dati nel sistema della Rete e quindi è possibile localizzare facilmente sul terreno mediante con tracciamento NRTK i particolari profili e le aree che la elaborazione numerica ha indicato come deficitarie o ammalorate.

- *Determinazione di variazioni morfologiche di aree in frana*

Se si vogliono determinare le variazioni morfologiche di una frana con rilievi ripetuti laser scanner (Figura 8) e si dispone di punti stabili nell'intorno, è certamente molto più importante filtrare la vegetazione o garantire la effettiva stabilità dei punti di riferimento che non inserire l'area nel Sistema Nazionale.

Tuttavia se non sono presenti manufatti o aree stabili sul contorno della zona rilevabile, è possibile utilizzare come riferimento stabile nel tempo le Stazioni Permanenti GNSS, e quindi conviene adottare per l'analisi dei movimenti le coordinate cartografiche UTM_ETRF2000, con la possibilità di un raffrento immediato con la cartografia.

- *Studio tramite immagini telerilevate degli effetti sulla vegetazione dell'intrusione del cuneo salino*

Se sono interessato a individuare l'effetto del cuneo salino sulla vegetazione delle Pinete del Ravennate tramite l'analisi di immagini satellitari multispettrali ad alta risoluzione (ASTER; WorldView) per ricavare il parametro 'Normalized Difference Vegetation Index' (NDVI) in vari periodi dell'anno (Figura 9) allo scopo di distinguere zone e le colture più sofferenti per la salinità, non sono interessato alla posizione assoluta delle Aree di Interesse studiate, i problemi da affrontare per ottenere un risultato attendibile sono ben altri.

Tuttavia nel caso delle colture interessa individuare le aree dalle immagini multispettrali e localizzarle per sovrapporle alle mappe catastali e a cartografia di tipo agricolo: farebbe assai comodo se tutte le fonti d'informazione fossero riferite allo stesso sistema, si eviterebbe la necessità di complesse e imprecise trasformazioni di coordinate.

FIGURA 8 – Nube punti del rilievo laser scanner di versante in frana

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

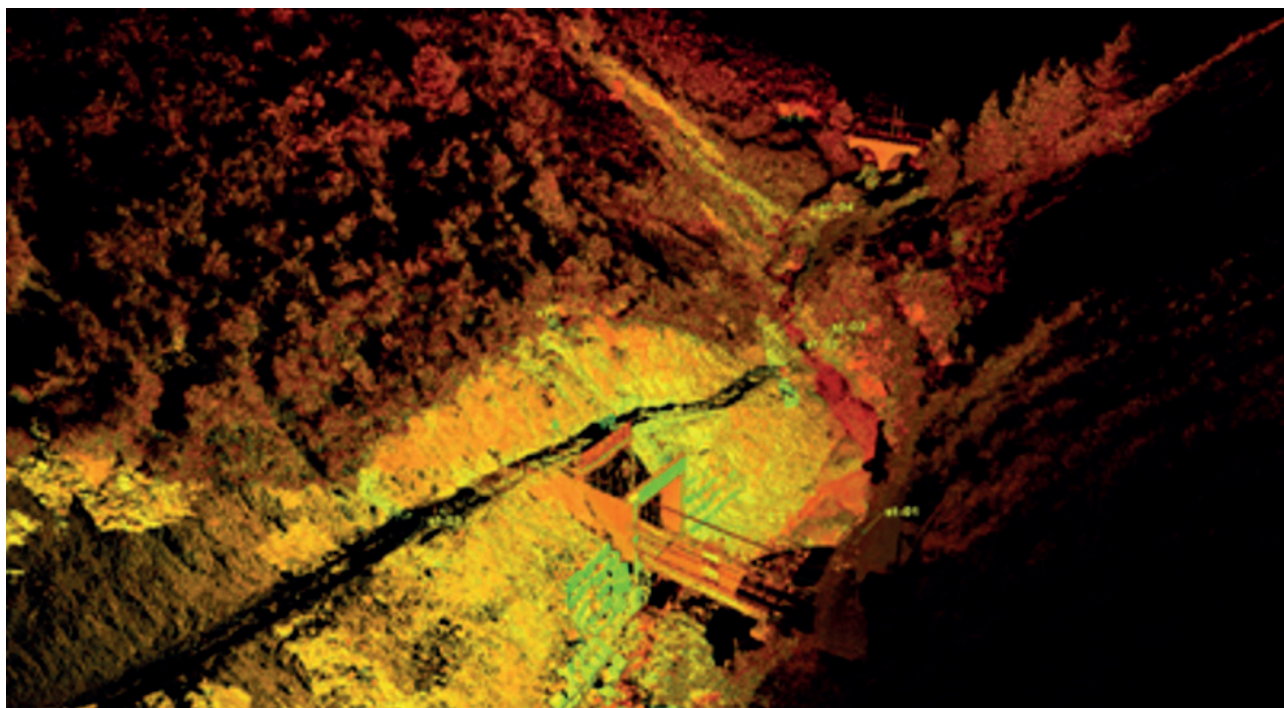
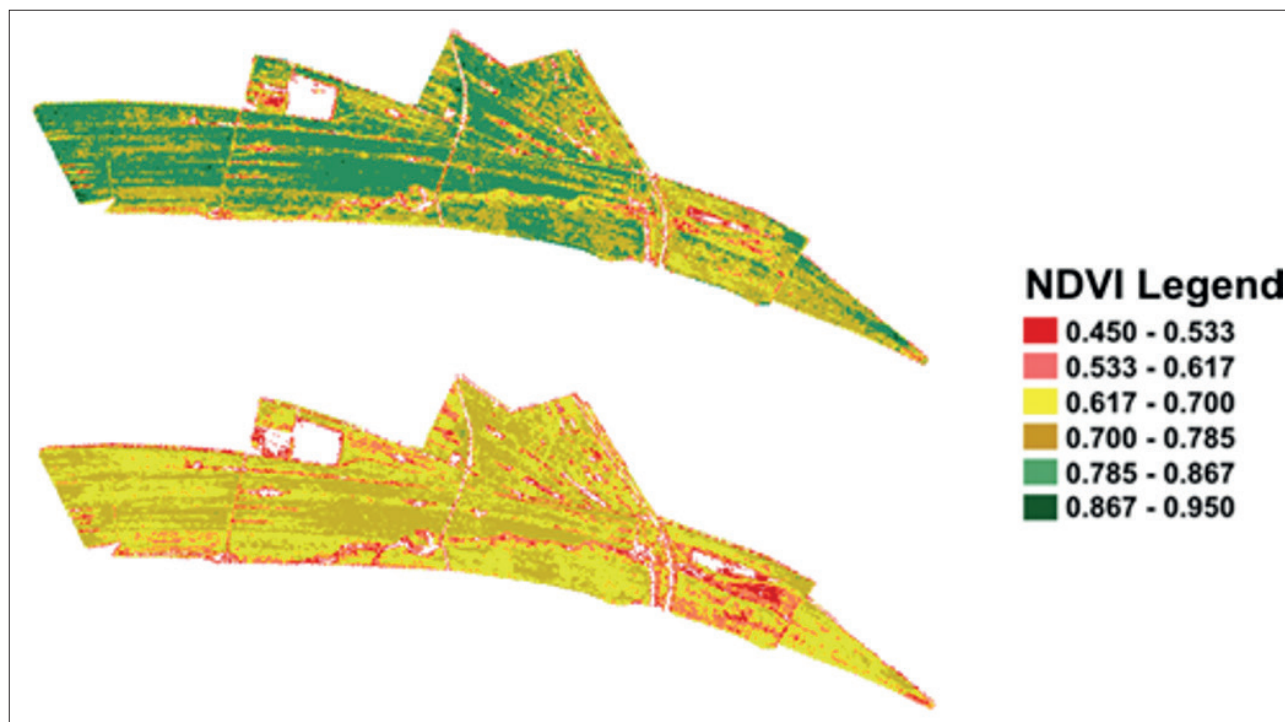



FIGURA 9 – Andamento del parametro NDVI in due epoche

- ***Monitoraggio strutture in continuo***

Se effettuo il monitoraggio in continuo tramite una stazione permanente GPS gestita da remoto di un gruppo di edifici in frana o della Torre Garisenda sono molto più interessato alle multiriflessioni, alla trasmissione dati, alla analisi della serie temporali: so benissimo dove è l'edificio o la torre o il muro di sostegno monitorati.

Nella pratica operativa di un topografo quindi molto spesso non serve o non è centrale l'inserimento del rilievo e delle analisi effettuate nel Sistema Nazionale. Quelli riportati sono solo esempi capitati nell'ultimo anno a chi per formazione e interessi si occupa di geodesia e topografia, ma ben più numerosi e variati sono i casi affrontati da chi opera nel contesto ASITA.

5. Parliamone

ASITA è una federazione di Associazioni che si è prefissa lo scopo di fornire un terreno di scambio di esperienze relative alla acquisizione, organizzazione, gestione e diffusione di informazioni geografiche e quindi terreno d'incontro di operatori che lavorano in branche assai diverse: telerilevamento, cartografia, sistemi informativi geografici, geodesia e topografia. È quindi il contesto più opportuno per discutere l'utilità, lo sviluppo e l'uso del Sistema di riferimento e il Convegno di Firenze del 2014 ha costituito un primo momento di discussione collegiale; in questo numero sono riportate le note che sviluppano gli interventi tenuti in quella sede di Favretto, Gandolfi, Longhi, Maseroli, Salvemini.

Tutti concordano che il Decreto citato costituisce un punto di non ritorno: le PA sono obbligate a far uso del nuovo sistema per la produzione e lo scambio di dati (gratuito, tra le PA); del resto il decreto è il risultato di azioni sviluppate sia da Enti cartografici che dal coordinamento regionale tramite il CISIS, per cui la produzione e l'aggiornamento di DBT tenderà ad adeguarsi rapidamente (Longhi, 2015).

Da un lato questo implica la necessità di curare al meglio il Frame che realizza il Sistema Geodetico nel contesto nazionale: la Rete RDN deve essere monitorata per individuare tanto stazioni male o affatto funzionanti quanto i movimenti delle singole stazioni dovuti sia

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

a specifiche instabilità della stazione, sia ai movimenti residui intraplacca presenti anche in ETRF2000; Maseroli (2015) presenta le analisi fatte su RDN d'impianto e presenta la nuova struttura RDN2. Per fissare un frame attendibile occorre associare alle coordinate ad una data anche le velocità del punto (Gandolfi, 2015), come del resto prevedono per le loro reti anche le strutture geodetiche internazionali IGS e da EUREF (Altamimi *et al.* 2011, 2013).

Ma non basta predisporre l'aspetto legislativo e il contesto tecnico scientifico; come si osserva in (Favretto e Zia, 2015) a fronte di un gran bisogno da parte degli operatori del settore di informazioni *chiare* e precise su come il nuovo sistema influirà sul lavoro quotidiano e come potrà essere usato al meglio, sarebbe necessaria una approfondita diffusione di "*cultura geomatica*", la decretazione lungimirante deve essere accompagnata dalla diffusione di informazioni sulla buona pratica. Gli stessi autori a questo proposito sottolineano la pericolosità di scambiare strumenti di indubbia utilità (per viaggiare) e semplicità d'uso come le mappe di Google o Microsoft con strumenti cartografici di una qualche validità metrica.

Salvemini (2015) sottolinea non solo l'indispensabilità dell'allineamento agli standard europei e internazionali, ma evidenzia come questa scelta diviene, in presenza di adeguate politiche e azioni a livello di ciascun Stato, motore di sviluppo, di "*benefici per le economie e l'ambiente degli Stati membri*"; anche in questa nota si sottolinea la necessità della buona pratica aderente agli standard e si evidenzia che i "*dati spontanei*", generalmente sviluppati al di fuori di regole e con standard dipendenti dai sistemi utilizzati, possono rappresentare una risorsa notevole in presenza di una robusta infrastruttura approntata dalla pubblica amministrazione. Si richiama poi l'attenzione sul fatto che l'adeguamento agli/degli standard e ai/dei sistemi, gravante in capo alle finanze pubbliche, non può essere disgiunto da una circostanziata analisi dei costi e dei benefici atta a porre in essere le azioni e i servizi della pubblica amministrazione per cittadini.

In una nota (Longhi, 2015) si ricorda tanto l'impegno delle Regioni e Provincie Autonome tanto nella realizzazione e gestione di reti NRTK locali quanto il loro contributo alla realizzazione e al monitoraggio della rete RDN. Longhi tenta inoltre di delineare una proposta operativa per la realizzazione di una Infrastruttura Geodetica Nazionale, che a suo parere potrà essere sostenibile esclusivamente secondo una struttura di tipo federativo basata sulla cooperazione inter-istituzionale (IGM, Agenzia delle Entrate, Regioni/CISIS, Università) e in un quadro tecnologico rispettoso degli standard europei e nazionali.

Qualche ulteriore considerazione personale. Per le molte applicazioni che non richiedono l'uso di un Sistema Geodetico tuttavia esso può essere adottato come sistema di coordinate (comunque necessario) e questo ha il vantaggio di rendere i risultati direttamente interoperabili con altri strati d'informazione. Ovviamente l'uso del Sistema, quando non esplicitamente richiesto dall'applicazione, non deve costituire un pesante onere aggiuntivo; è necessario favorirne l'uso anche tramite la disponibilità di software per effettuare la trasformazione delle coordinate dai sistemi in precedenza adottati.

Si sottolinea l'importanza delle reti NRTK che offrono la possibilità di rilevare coordinate assolute nel Sistema Nazionale (a patto che le Stazioni di Riferimento delle reti siano esse stesse correttamente inserite in quel sistema) e quindi costituiscono un formidabile strumento di diffusione dell'uso dell'ETRF2000. Se poi si perverrà alla definizione di procedure condivise per il funzionamento e l'uso delle reti, si potranno accettare i dati acquisisti anche ad esempio per l'uso catastale.

È necessario attivare una discussione su come incentivare l'uso di ETRF2000 e semplificarne l'uso, anche in un contesto di strettezze economiche che riducono gli spazi d'intervento dei servizi cartografici regionali; per dirla con Favretto, Zia, 2015: "*L'impressione prevalente è che la Cartografia sia oggi stritolata da una parte dalla congiuntura economica e dall'altra da spregiudicati venditori di prodotti e servizi informatici*".

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

ALTAMIMI Z., COLLILIEUX X., LEGRAND J., GARAYT B., BOUCHER, C. (2007). “ITRF2005: a new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of station positions and Earth.

ALTAMIMI Z., COLLILIEUX X., MÉTIVIER L. (2011). ITRF2008: an improved solution of the international terrestrial reference frame, «Journal of geodesy», 85, 2011, pp. 457-473.

ALTAMIMI Z., COLLILIEUX X., MÉTIVIER L.(2013), Preliminary analysis in preparation for the ITRF2013, American Geophysical Union, Fall Meeting 2013, abstract #G12A-08, http://adsabs.harvard.edu/abs/2013AGUFM.G12A..08A.

BARBARELLA M., CAPORALI A., LONGHI D., SANSÒ F. (2011). *Il sistema di riferimento geodetico italiano: un esempio di collaborazione tra CISIS, Università, IGM.* Atti 15ª Conferenza Nazionale ASITA – Reggia di Colorno 15-18 novembre 2011, pp. 241-256.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., POLUZZI L., TAVASCI L., (2013). *Il monitoraggio della rete. Rete Dinamica Nazionale dal 2009 al 2013: aspetti geodetici e applicativi*. Proceedings ot the 17th ASITA National Conference, Riva del Garda, 5-7 November 2013.

BENCINI P. (1976). *Appunti di cartografia*. Firenze, Istituto Geografico Militare. Collezione testi didattici, pp. 123-141.

BOUCHER C., ALTAMIMI Z., (2007): Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS Campaing, (Available on line at: http://etrs89.ensg.ign.fr/memo-V7.pdf).

CAPORALI A., TURTURICI F., MASEROLI R., FAROLFI G., (2009), Preliminary results of the computation of the new italin Permanent Network RDN of GPS stations, Bullettin of Geodesy and Geomatics, LXVIII, 2009, 2, pp. 147-162.

CAPORALI A. (2015). Bollettino stazioni italiane e austriache. http://147.162.229.63/scidata/.

CAPORALI, A. (2015). Bollettino stazioni italiane e austriache. Time series: http://147.162.229.63/scidata/.

CIMA V. (2013). ConvER 2013: Software per la conversione fra sistemi di coordinate in Emilia-Romagna, http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it/services/servizi%20tecnici/servizio-di-conversione/conver-2013-software-per-la-conversione-fra-sistemi-di-coordinate-in-emilia-romagna.

CIMA V., CARROCCIO M., MASEROLI R. (2014). *Corretto utilizzo dei Sistemi Geodetici di Riferimento all'interno dei software GIS*, 18ª Conferenza Nazionale ASITA, 14-16 ottobre 2014, Firenze, ISBN 978-88-903132-9-5.

FAVRETTO A., ZIA M. (2015). Alcune considerazioni in merito a ETRF2000 con riferimento alla Cartografia e ai GIS, Bollettino AIC n. 1/2015.

FOLLONI G. (1978). *Principles of topography*. Bologna, Patron Editore, pp. 53-70.

GANDOLFI S. (2015). L'impatto dell'aggiornamento del sistema geodetico nazionale, Bollettino AIC n. 1/2015.

HOIJBERG M. (1997). *Practical Geodesy*, New York, Springer, pp. 26-38.

HOFMANN B., WELLENHOF H. MORITZ (2006). *Physical Geodesy*, New York, Springer, pp. 281-327.

IGMI Official Web Site: http://87.30.244.175/rdn.php.

KNEISSL M., RINNER K., WOLF H. (1967). Die europaische Basis-Traverse Tromso. Catania fur ein geodatisches Satelliten-Weltnetz, Kneissl M. (ed.), «Reihe B-Angewandte Geodasie», 143, Munchen, Bayerische Akademie Wissenschaften.

LONGHI D. (2015). Integrazione tra Infrastrutture geografiche e Reti di Stazioni Permanenti delle Regioni e Province Autonome, Bollettino AIC n. 1/2015.

MASEROLI R. (2009). La Rete Dinamica Nazionale (RDN) e il nuovo sistema di riferimento ETRF-2000, Firenze,

 ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Istituto Geografico Militare, s.d., http://87.30.244.175/rdn/rdn_download/relazione.pdf.

Maseroli R. (2015). Evoluzione del Sistema Geodetico di Riferimento in Italia: la RDN2 ollettino AIC, n. 1 2015.

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Specifiche tecniche del servizio di trasformazione di coordinate. Geoportale Nazionale, http://www.pcn.minambiente.it/wctsclient/.

PCM (2012). Presidenza del Consiglio dei Ministri, Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici. (12A01800) (GU Serie Generale n.48 del 27-2-2012 – Suppl. Ordinario n. 37) http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2012/02/27/12A01800/sg.

Salvemini M. (2015). Nuovo Sistema Geodetico di Riferimento e geolocalizzazione: occorre un piano di impatto socio economico!, Bollettino AIC n. 1/2015.

Surace L. (1992). La nuova rete geodetica fondamentale e il sistema. Bollettino di geodesia e scienze affini, n. 3 (1992).

Surace L. (1997). La nuova rete geodetica nazionale IGM95: risultati e prospettive di utilizzazione. Bollettino di geodesia e scienze affini, n. 3 (1997).

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2015 (153), 19-44

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

DOI: 10.13137/2282-472X/11147

Evoluzione del Sistema Geodetico di Riferimento in Italia: la RDN2

Evolution of the Geodetic Reference System in Italy: the RDN2

Renzo Maseroli

Istituto Geografico Militare, Firenze – maseroli@tin.it

Riassunto

Nel 2009 l'Italia ha aggiornato il Riferimento Geodetico europeo ETRS89 alla realizzazione ETRF2000 all'epoca 2008.0. Il nuovo frame è stato materializzato organizzando sul territorio un network costituito da 100 stazioni permanenti GNSS: la Rete Dinamica Nazionale (RDN). Al fine di verificare la stabilità dei siti RDN, l'IGM ha dato avvio, fin dal 2008, ad un continuo monitoraggio della rete, ottenuto attraverso ricalcoli periodici delle posizioni. Nel 2013 sono state elaborate le serie temporali dei primi 5 anni di attività, che hanno consentito una prima stima delle velocità sia assolute che interne alla placca. L'analisi dei risultati ha evidenziato siti con velocità intraplacca dell'ordine di 4 mm/anno, e conseguentemente la necessità di dover procedere ad un aggiornamento delle posizioni, pena la perdita di efficienza del network. Inoltre, dal gennaio 2008 al 2013, il 20% circa delle stazioni RDN sono state dismesse o sono divenute inaffidabili, lasciando totalmente scoperte alcune zone del territorio nazionale.
Al fine ripristinare l'integrità della rete e di mantenere una corretta geometria, l'IGM ha provveduto a reperire nuove stazioni GNSS da utilizzare in sostituzione dei siti dismessi o mal funzionanti, e ha proceduto ad un ricalcolo complessivo dell'intero network che ha consentito l'aggiornamento delle posizioni delle stazioni al 2014.4, generando di fatto una RDN seconda versione (RDN2). Come previsto dall'art. 5 del Decreto 10 novembre 2011, l'IGM proporrà i suddetti aggiornamenti al Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle pubbliche amministrazioni.

Parole chiave

Sistemi Geodetici di Riferimento, GNSS, reti di stazioni NRTK, RDN

Abstract

In 2009, Italy has updated the European ETRS89 Geodetic Reference System implementing the realization ETRF2000 at epoch 2008.0. The new frame consists in a network of 100 permanent GNSS stations: the National Dynamic Network (RDN). In order to verify the stability of the RDN sites, the IGM started, since 2008, a continuous monitoring of the network, through periodic recalculations of the positions. In 2013 time series of the first 5 years of operation were processed; this computation allowed a first estimation of the absolute intraplate speed of the sites. The analysis showed sites with intraplate speed up to 4 mm / year, and consequently the need to proceed to an update of the positions in order to maintain the network efficiency. In addition, from January 2008 to 2013, about 20% of the RDN stations have been discontinued or have become unreliable, leaving some areas of the country totally uncovered. In order to restore the integrity of the network and to maintain proper geometry, the IGM replaced the defaulting sites with new GNSS stations and recalculated the entire network updating the positions of the stations at epoch 2014.4; this process lead to the realization of RDN second version (RDN2). As per Art. 5 of the Decree of 10 November 2011, the IGM will propose these updates to the technical Committee for geospatial data.

Keywords

Geodetic Reference System, Geodetic Datum, GNSS, NRTK networks, RDN

1. Il ruolo del Riferimento Geodetico

La dettagliata conoscenza della superficie terrestre, sia nelle sue forme naturali che per le modificazioni e i manufatti dovuti agli interventi umani, ha sempre costituito elemento di grande importanza per l'uomo che su tale superficie vive e opera. Nell'epoca attuale l'aumento della pressione antropica sul territorio, dovuta sia all'accresciuta densità della popolazione che al notevole incremento della capacità dell'uomo di incidere sul territorio, ha aumentato ancor più l'importanza delle informazioni territoriali, divenute oggi indispensabili per una corretta ed efficacie gestione dell'ambiente. Anche i dati relativi al territorio, al pari delle altre categorie di informazioni, possono oggi essere gestiti in maniera nettamente più efficacie che nel passato, a seguito dei vantaggi offerti dall'applicazione delle procedure informatiche, che consentono di organizzare razionalmente le informazioni in apposite Banche Dati (DB), ambienti nei quali sono possibili sofisticate correlazioni, e da dove i dati possono essere estratti in molteplici forme. I dati territoriali sono comunque caratterizzati da maggiore complessità rispetto alle altre categorie di informazioni: essi risultano infatti georeferenziati, possiedono cioè, oltre alla descrizione degli oggetti che può essere anche molto complessa e articolata, un attributo geometrico: *le coordinate*, che consentono di sapere deve gli oggetti sono posti, sia relativamente agli altri oggetti che in assoluto rispetto all'intera superficie terrestre. Per esprimere correttamente le relazioni spaziali fra gli oggetti è però necessario che le coordinate, che ne indicano le posizioni, siano definite in modo geometricamente rigoroso, ed è inoltre importante che i vari soggetti che raccolgono e utilizzano le informazioni adottino univoche convenzioni, cioè lo stesso sistema di coordinate e le stesse regole di connessione ai punti fisici della superficie terrestre: complessivamente lo stesso *Sistema Geodetico di Riferimento*.

In uno stato ad economia avanzata, come l'Italia, la quantità di informazioni territoriali indispensabili alle molteplici esigenze gestionali è cresciuta nel tempo fino a raggiungere oggi quantità ragguardevoli. Si pensi ai dati necessari, oltre che all'ordinaria gestione del territorio, alla difesa e all'uso razionale del suolo, ai rischi ambientali, alle indagini sociali ed economiche, alla componente erariale, ecc.; informazioni di natura anche molto diversa che, se opportunamente correlate, costituirebbero un ausilio di grande importanza all'attività decisionale. Molti e diversificati risultano nel nostro Paese i soggetti, in gran parte Enti Pubblici, che si occupano della raccolta e della gestione delle informazioni territoriali, ognuno dei quali ha operato in passato, e in parte ancora oggi, in modo indipendente, secondo le proprie esigenze e anche secondo le proprie abitudini. Questa carenza di coordinazione ha generato e genera inutili e dispendiose duplicazioni, e spesso dati che non possono essere confrontati o integrati poiché raccolti con diversi criteri ed espressi in differenti Sistemi di Riferimento.

È quindi di notevole interesse per una Nazione che gli Enti che si occupano di informazioni territoriali utilizzino regole armonizzate e un unico Sistema Geodetico, e che operino in maniera coordinata in modo da eseguire, magari dividendosi i compiti e gli oneri, un'unica raccolta di dati che, proprio in virtù dell'equivalenti proprietà che li caratterizzano, possono essere condivisi e integrarli. In molti paesi del Nord Europa tale coordinamento, più o meno già in atto, determina una buona organizzazione che prevede di norma un'unica raccolta di dati territoriali molto dettagliati (a grande scala), che confluiscono in un DB dal quale tutti gli aventi causa attingono le informazioni di proprio interesse derivandole con procedure informatiche sempre più automatizzate.

2. Impiego ed evoluzione del Sistema Geodetico di Riferimento

Da quanto detto è evidente l'importanza per uno stato di disporre di un Sistema Geodetico univoco e condiviso, indispensabile per tutte le attività di georeferenziazione, e potremmo dire per tutta la topografia, se si escludono alcuni settori, come ad esempio: il monitoraggio locale, i rilievi e le verifiche architettoniche, le opere ingegneristiche di rilevanza locale, ecc., nei quali la posizione assoluta non è di primario interesse e può essere tranquillamente sacrificata, ottenendo in certi casi anche il vantaggio di non deteriorare la precisione raggiunta dalle misure. Le suddette applicazioni, che pur costituendo spesso punte tecnicamente

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

avanzate rappresentano comunque una parte limitata nel panorama complessivo dell'attività di georeferenziazione, non sono interessate ad un Riferimento Geodetico condiviso e non verranno pertanto considerate in quel che segue.

Un Sistema Geodetico, oltre ad essere condiviso, deve però anche rispondere efficacemente alle esigenze scientifiche e tecniche della Nazione, che risultano oggi in continua evoluzione. Per tutta la prima metà del XX secolo gli stati europei, ad esempio, hanno utilizzato Sistemi Geodetici Locali definiti in modo differente per ciascuna nazione, ma sufficienti a costituire adeguato supporto geometrico alle tecniche di rilievo allora in uso. Alla fine della seconda guerra mondiale era però già sentita, sia nei settori scientifici che in quelli tecnico-applicativi, la necessità di disporre di Sistemi Geodetici validi su spazi più ampi dei ristretti limiti nazionali, che consentissero di rendere confrontabili le informazioni territoriali almeno a livello di continente se non addirittura dell'intero globo. Nei decenni successivi il rapido progresso delle scienze spaziali ha reso disponibile anche alla topografia l'utilizzo dei satelliti artificiali, ampliando notevolmente le tecniche di rilievo e rivoluzionandone la natura, con grandi vantaggi di precisione, semplicità, economicità, ecc.

Alla fine del '900, il pieno sfruttamento delle metodologie satellitari era limitato in Italia dall'inadeguatezza dell'infrastruttura geodetica che costituiva la materializzazione del Sistema di Riferimento allora in uso (ROMA40), cioè dalla rete geodetica "classica", caratterizzata da precisioni relative dell'ordine dei decimetri, oltre che da zone affette da deformazioni locali di entità non trascurabile. Per superare tale problematica l'IGM diede avvio, nei primi anni 90, alla realizzazione di una nuova rete geodetica: l'IGM95, interamente rilevata con metodologia GPS e caratterizzata da incertezze dell'ordine di alcuni centimetri. Dato che l'utilizzo della nuova infrastruttura, geometricamente molto più vicina alla realtà fisica, avrebbe comportato comunque una modifica del Sistema Geodetico, fu deciso di abbandonare il vecchio ROMA40 e di allinearsi al Riferimento convenzionale che l'EUREF[1] aveva definito per l'Europa pochi anni prima (nel 1989), e che era già in uso in buona parte dei paesi europei. Si tratta del Sistema ETRS89[2], del quale fu adottata l'unica realizzazione in quel momento disponibile: l'ETRF89[3]. In realtà il Sistema non è mai stato legalmente ufficializzato a livello nazionale, come del resto i Sistemi Locali precedentemente istituiti, ma essendo stato adottato e utilizzato dall'IGM è divenuto di fatto uno standard nazionale.

3. Adozione dell'ETRF2000

L'adozione da parte di una Nazione di un nuovo Riferimento Geodetico costituisce in ogni caso una fonte di problemi non secondari. Data la grande quantità di documenti georeferenziati (cartografia, GIS, ecc.) che non possono essere immediatamente convertiti nel nuovo Sistema, si andrà inevitabilmente incontro ad un periodo di tempo, spesso di non breve durata, nel quale i due Sistemi devono convivere: ma l'impiego contemporaneo di più Riferimenti porta inevitabilmente ad incongruenze, errori, e impossibilità di confronti e integrazioni. La decisione di cambiare Sistema di Riferimento va quindi valutata attentamente e attuata solo se il nuovo Sistema offre reali vantaggi rispetto al precedente, e ha una previsione di durata temporale significativa.

Pur essendo perfettamente consci delle problematiche suddette, a pochi anni dall'introduzione dell'ETRF89 (1996) si è dovuto procedere all'adozione di un nuovo Sistema. I problemi sono sorti a seguito della continua evoluzione delle metodologie di sfruttamento del GPS, che hanno portato a semplificare sempre più le tecniche di rilievo e a renderle più veloci e precise. L'aumento delle precisioni ottenibili nelle determinazioni richiede però un equivalente miglioramento nella definizione del Sistema di Riferimento nel quale tali determinazioni si inquadrano: i pochi centimetri d'errore che caratterizzano la rete IGM95, materializzazione del Riferimento ETRF89, non erano più sufficienti a soddisfare le esi-

1 EUREF e l'acronimo di European Reference Frame, sodalizio scientifico per la definizione dei Sistemi di Riferimento a livello continentale a cui partecipa anche l'Italia.

2 ETRS89: European Terrestrial Reference System 1989, indica il Sistema nel senso delle regole ma non ha coordinate.

3 ETRF89: European Terrestrial Reference Frame 1989, indica una realizzazione del Sistema che include le coordinate.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

genze dei più evoluti metodi di rilievo GPS, divenuto nel frattempo GNSS[4], in particolare dell'NRTK, cioè dell'RTK supportato da reti di stazioni permanenti che, gestite unitariamente, consentono di mettere a disposizione dell'utente le correzioni differenziali in tempo reale. D'altra parte questo metodo permette di ottenere buone precisioni (sub-decimeriche) operando con un solo strumento e con ridottissimi tempi di stazionamento, e risulta pertanto molto richiesto dall'utenza tecnica.

Nei primi anni 2000, dunque, il funzionamento delle reti NRTK era di fatto impedito in Italia dall'inadeguatezza del Riferimento in uso in quel momento (ETRF89); tale limitazione penalizzava l'utenza tecnica nazionale a cui era precluso l'utilizzo delle tecniche di rilevo più moderne ed economiche. Fu quindi sentita l'esigenza di procedere ad un aggiornamento del Riferimento nazionale, in modo da dotare la Nazione di un Sistema in linea con i tempi, capace di supportare anche le metodologie di rilievo più esigenti. Poiché la rete IGM95, pur avvalendosi esclusivamente di tecnologia satellitare, presentava comunque le problematiche suddette, l'unico modo di migliorare il Riferimento era quello di sfruttare le grandi quantità di dati acculate dalle Stazioni Permanenti GNSS (SP): un significativo aumento della precisione può infatti essere ottenuto solo disponendo di lunghi periodi di osservazione e trattando i dati secondo opportune strategie con adeguati software.

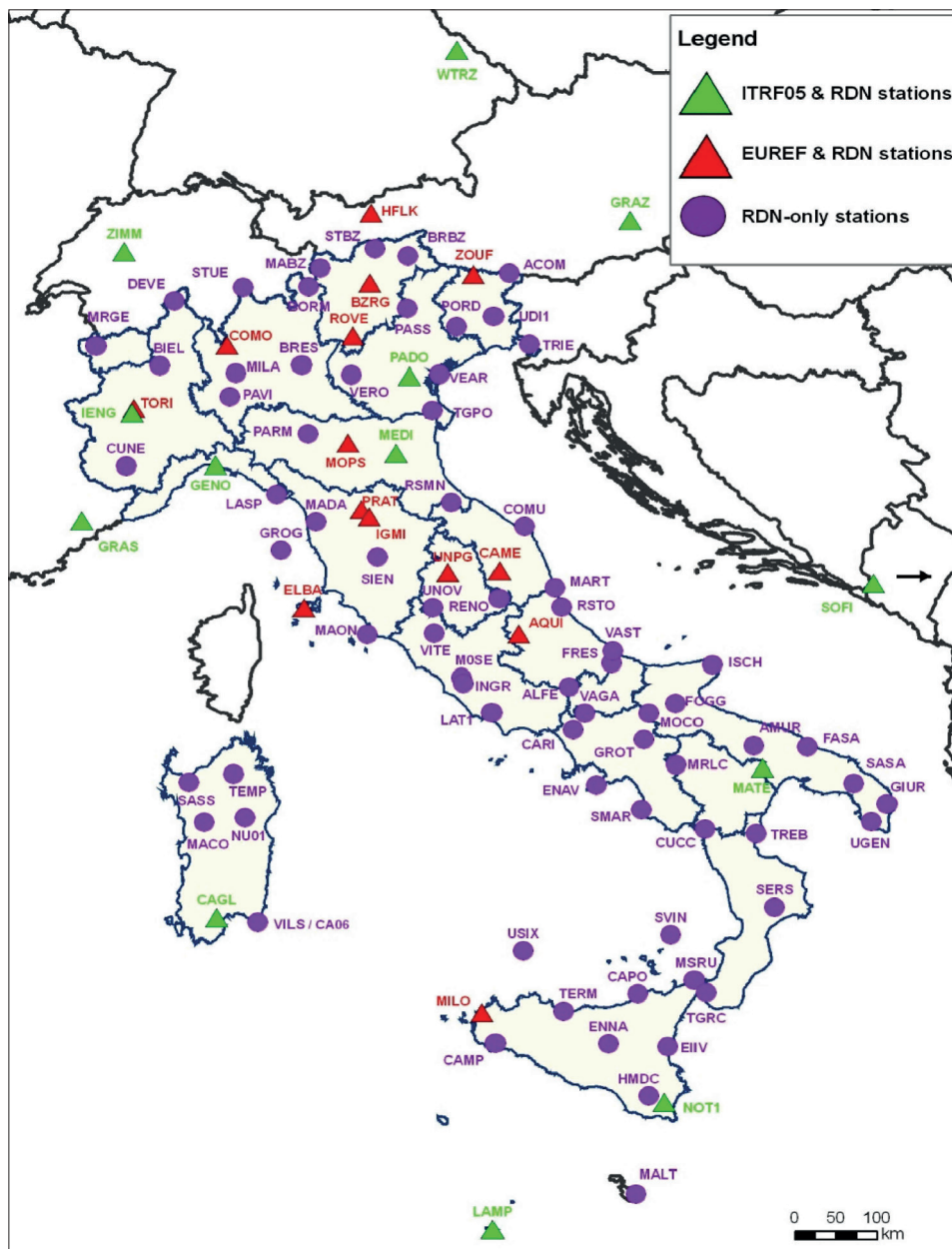
Molte SP, divenute nel frattempo di facile ed economica realizzazione, erano state istituite in quegli anni un po' su tutto il territorio nazionale, ad opera di vari enti e istituzioni e per scopi anche molto diversi, tanto che del 2007 ne risultavano operanti in Italia oltre 400. Fu quindi relativamente facile, e poco oneroso, accordarsi con i proprietari delle stazioni (quasi tutti Enti Pubblici) per ricevere giornalmente, per via telematica, le osservazioni in formato RINEX a 30 secondi da 100 SP omogeneamente distribuite sul territorio nazionale con interdistanza variabile fra i 100 e i 150 km (Figura 1). Il nuovo network così costituito ha preso il nome di Rete Dinamica Nazionale (RDN), ed è stato inquadrato nella realizzazione ETRF2000 all'epoca 2008.0 per mezzo di 13 stazioni appartenenti all'EPN (EUREF Permanent Network) incluse nel calcolo. La compensazione, effettuata presso il centro di calcolo della Direzione Geodetica dell'IGM con un software fra i più quotati a livello internazionale: il cosiddetto "Bernese", è stata eseguita inizialmente in coordinate ITRF2005 (International Terrestrial Reference Frame 2005), trasportate temporalmente al 1 gennaio 2008 per mezzo delle velocità, e poi convertite in ETRF2000 utilizzando i parametri ufficiali dell'EUREF e mantenendo invariato il riferimento temporale. I risultati sono stati verificati, come previsto dall'EUREF, da altri 3 centri di analisi indipendenti presenti presso altrettante università italiane: Milano, Padova e Bologna, appositamente finanziate per questa attività dal CISIS. La precisione raggiunta nella definizione della posizione delle stazioni, migliore di 1 cm in planimetria e 1.5 cm in quota, ha consentito di chiedere e ottenere dall'EUREF l'inserimento ufficiale dell'RDN nell'EPN con la categoria "B". Per la prima volta in Italia la realizzazione ETRF2000, e la sua materializzazione costituita dall'RDN, è stata adottata ufficialmente come Sistema Geodetico di Riferimento nazionale, con il DPCM del 10 novembre 2011.

Il passaggio da ETRF89 a ETRF2000 non è stato in realtà un vero cambio di Sistema Geodetico, ma solo di realizzazione nell'ambito dello stesso Sistema (ETRS89), ma ha comunque modificato, anche se di poco, le coordinate dei punti, innescando quindi tutte le problematiche derivanti dal cambio di Riferimento. È stato quindi necessario, al fine di non avere network ufficiali disomogenei, procedere all'aggiornamento delle altre reti nazionali, in particolare della rete statica IGM95, che è stata completamente ricalcolata nella nuova Realizzazione utilizzando le misure d'impianto opportunamente integrate con baseline di collegamento a 45 stazioni RDN, selezionate in modo da ottenete una omogenea distribuzione sul territorio. Chiaramente questa operazione non ha migliorato la rete IGM95, che mantiene la precisione di alcuni centimetri che la caratterizza, quantità per altro sufficiente per la quasi totalità delle applicazioni pratiche, ma ha inquadrato la rete statica in ETRF2000 rendendola omogenea all'RDN.

Le differenze fra le due Realizzazioni (ETRF89 e ETRF2000) risultano comunque di modesta entità: le quantità massime non superano, in valore assoluto, i

4 GNSS è l'acronimo di Global Navigation Sattellite System, e indica lo sfruttamento di tutti i sistemi satellitari per il posizionamento: GPS, GLONAS, GALILEO, ecc.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 1 – Rete Dinamica Nazionale prima versione

13 cm in planimetria e i 22 cm in quota, in entrambi i casi con valori medi di circa 5 cm. Le quantità suddette assumono importanza solo nel settore geodetico e non in quello cartografico e dei GIS, dove i metodi di acquisizione delle informazioni sono di norma caratterizzati da incertezze nettamente superiori anche per le scale tipiche della carta tecnica, e tanto più per quelle topografiche e corografiche. Da tale considerazione derivò la scelta iniziale di predisposte le griglie necessarie al passaggio fra i due Riferimenti sono nei formati utilizzabili a scopo geodetico. A seguito dei recenti aggiornamenti del Data Base EPSG (European Petroleum Survey Group), a cui la gran parte dei software GIS fa riferimento per i Sistemi Geodetici, sono oggi disponibili codici atti ad individuare esattamente tutti i Riferimenti in uso in Italia, ed è quindi opportuno utilizzarli. Per rendere possibile le trasformazioni fra ETRF89 e ETRF2000 si è quindi deciso di rendere disponibili le griglie delle differenze anche nel formato NTv2, accettato dalla gran parte dei GIS in commercio.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

4. Evoluzione dell'RDN

Fin dalla sua istituzione (2008.0) la RDN è stata oggetto di un continuo monitoraggio, finalizzato sia al controllo del corretto funzionamento delle stazioni che della verifica di stabilità dei siti, quest'ultima particolarmente importante in un territorio come l'Italia non rigidamente connesso alla placca tettonica a cui appartiene (euroasiatica). Il monitoraggio, effettuato tramite il confronto fra le posizioni che le stazioni assumono in una serie continua di ricalcoli periodici, si concretizza nel calcolo delle velocità che risulta significativo solo a seguito del permanere del Riferimento Geodetico: per noi l'ITRF2005. Durante i primi 5 anni di attività dell'RDN (2008-2012), l'IERS ha cambiato il frame di riferimento e l'IGS ha aggiornato i valori di calibrazione delle antenne, sia dei satelliti che dei ricevitori terrestri (file IGS08.atx), creando una discontinuità fra le soluzioni calcolate nel quinquennio.

Nel corso del 2013 è stato fatto il punto della situazione che ha evidenziato quanto segue:

- il 6 % delle stazioni risultavano non più attive;
- il 4% delle stazioni presentavano malfunzionamenti tali da renderle inutilizzabili;
- il cambiamento del frame di riferimento e dei valori di calibrazione delle antenne avevano indotto discontinuità nella serie temporale tali da non consentire di giungere ad un affidabile calcolo delle velocità delle stazioni, i cui valori approssimati denunciavano comunque la presenza di probabili movimenti regionali, in particolare nella zona meridionale.

Per ottenere una stima attendibile delle velocità delle stazioni, e conseguentemente della stabilità dei siti, era opportuno disporre di risultati omogenei su tutto l'arco temporale dei 5 anni, già di per se di lunghezza appena sufficiente allo scopo. Benché impegnativo, è stato quindi deciso di riprocessare l'intero periodo (2008-2012) nel riferimento più recente: l'IGb08, limitando l'onere del ricalcolo a gruppi di 4÷5 soluzioni settimanali contigue, separate da periodi di 2÷3 mesi. L'impiego del Sistema IGb08, oltre a garantire maggiori precisioni, ha consentito l'utilizzo dei più recenti file di calibrazione delle antenne (IGS08.atx), decisamente migliori dei precedenti. Il procedimento adottato ha permesso di ottenere una serie temporale coerente, dell'intera rete, costituita da 84 soluzioni settimanali distribuite nei 5 anni.

La successiva elaborazione delle soluzioni ha fornito una stima affidabile delle velocità assolute dei siti espresse nel Sistema IGb08, avvalorata dal confronto con le soluzioni ufficiali fornite da IGS e da EUREF per le 24 stazioni RDN inglobate nei rispetti network internazionali. I valori delle velocità residue, relative cioè alla placca euroasiatica (velocità intraplacca), sono stati ottenuti applicando alle velocità assolute i parametri di trasformazione forniti nel memo EUREF (Altamimi *et al.*, 2011).

Ad eccezione di alcuni movimenti locali di scarso interesse, l'analisi delle velocità intraplacca (Figura 2) mostra una sostanziale stabilità della parte centro-settentrionale della Penisola, della Sardegna e in generale delle regioni tirreniche, mentre nel meridione risultano evidenti regioni geografiche caratterizzate da movimenti significativi (Baroni e*t al.*, 2014). In particolare la zona delimitata dalla cintura appenninica e dal mar Adriatico denuncia un movimento relativo in direzione Nord-Est con punte che superano i 5 mm/a; mentre le stazioni della Sicilia occidentale e centrale presentano un moto intraplacca in direzione Nord-Nord Ovest di entità variabile da 3 a 4 mm/a. In conclusione il calcolo delle velocità intraplacca dei siti RDN ha evidenziato, per alcuni di questi, movimenti relativi di entità sensibilmente superiore al mm/anno, segnalando la necessità di un aggiornamento delle posizioni, indispensabile per mantenere la coerenza geometrica della rete.

Nel corso dell'anno 2014 si è assistito alla dismissione di altri siti RDN, in quantità tale che nel mese di maggio le stazioni attive e correttamente funzionanti erano ridotte ad 80 unità (Figura 3). Si è quindi ritenuto necessario procede ad una completa revisione della rete che, come vedremo nel seguito, porterà alla RDN seconda versione (RDN2). Già al momento dell'istituzione della rete erano state valutate le problematiche derivanti dalla scelta, di gran lunga più economica, di assemblare il network senza installare apposite stazioni, ma utilizzando quelle esistenti sul territorio nazionale di proprietà pubblica: il numero delle stazioni era stato quindi aumentato fino a 100 unità, proprio in considerazione dell'impossibilità di un controllo diretto dei

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 – Velocità orizzontali intraplacca

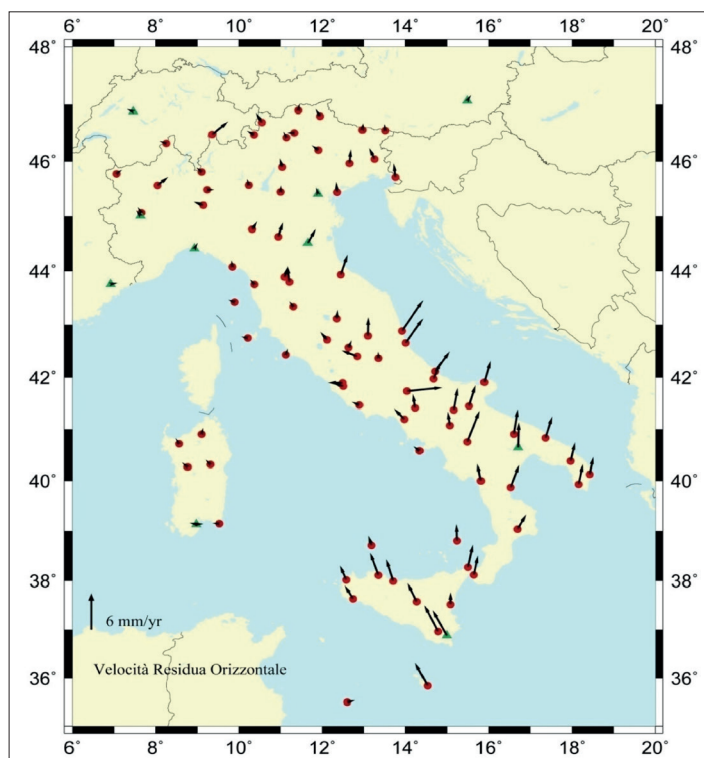



FIGURA 3 – Situazione della RDN nel 2014

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

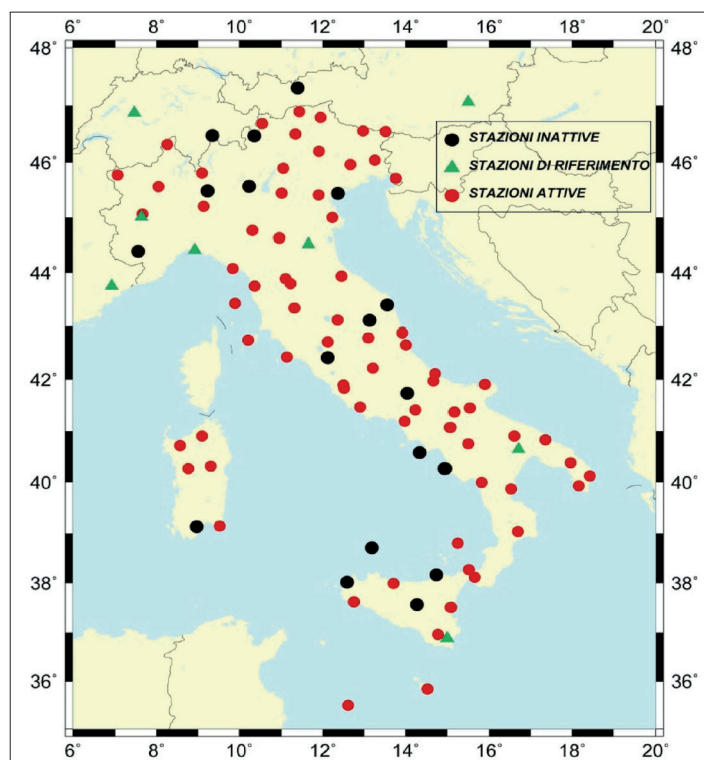



FIGURA 4 – Stazioni GNSS della RDN2

siti. Tenendo conto di tali considerazioni, ritenute tuttora valide, durante l'attuale revisione la rete è stata incrementata di 55 nuove stazioni, 21 delle quali in sostituzione di quelle dismesse, e 34 introdotte al fine di monitorare più efficacemente le aree che, a seguito della suddetta stima delle velocità, presentano geodinamiche particolari. La RDN2 risulta pertanto composta da 135 stazioni, distribuite sul territorio nazionale come visibile in Figura 4.

5. Calcolo della RDN2

Come già ampiamente discusso nella nota che illustra il calcolo delle velocità della RDN (Baroni *et al.*, 2014), la procedura attualmente più valida per il calcolo di reti regionali GNSS, suggerita anche nelle linee guida dell'EUREF, è quella di calcolare il network nel Sistema IGb08, e trasformare successivamente le posizioni in ETRF2000 attraverso l'applicazione dei parametri di rototraslazione pubblicati nel memo EUREF (Altamimi *et al.*, 2011).

L'allineamento della RDN2 all'IGb08 è stato effettuato, come suggerito dall'EUREF (Bruyninx *et al.*, 2013; Gurtner *et al.*, 1998), scegliendo fra le stazioni che ricadono all'interno e nei dintorni della zona d'interesse, quelle che presentano le seguenti caratteristiche:

- appartengono all'EPN e sono presenti nella più recente realizzazione ITRS/ETRS89 con la classe "A"[5];
- non hanno subito cambiamenti di hardware dopo l'ultima realizzazione EUREF;
- nel calcolo che si sta eseguendo subiscono spostamenti minori di 10 mm;
- dispongono di osservazioni continue e di buona qualità per tutto il periodo di tempo trattato.

Ritenendo vantaggioso aumentare il numero dei siti di riferimento, in modo da "abbracciare" al meglio la zona d'interesse, l'inquadramento della RDN2 è stato effettuato sulle seguenti 24 stazioni EPN, tutte rispondenti

5 Le stazioni EPN (EUREF Permanent Network) sono classificate di categoria "A" quando hanno posizione e velocità note con precisione migliore, rispettivamente, di un cm e di un mm/a.

 ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

ai criteri suddetti: AJAC, AQUI, BZRG, COMO, ELBA, GENO, GRAS, GRAZ, IENG, IGMI, M0SE, MATE, MOPS, NOT1, PRAT, ROVE, SOFI, TORI, UNPG, UNTR, VEN1, WTZR, ZIMM, ZOUF. Tale soluzione, che non presenta comunque una distribuzione ottimale delle stazioni di riferimento (Figura 4), è stata preferita per la numerosità delle stazioni rispetto ad altri network internazionali, come ad esempio l'IGS, che hanno meno stazioni nell'area d'interesse e risultano egualmente carenti nelle regioni meridionali.

Il calcolo della RDN2 è stato eseguito con il software Bernese 5.0 trattando le osservazioni raccolte in 35 giorni consecutivi, compresi nelle settimane GPS dalla 1792 alla 1796, cioè fra i giorni giuliani 131 e 165 del 2014 (11 maggio-14 giugno). In tale periodo la disponibilità dei dati, riportata in dettaglio in Allegato 1, è risultata nel complesso decisamente buona. Le coordinate a priori delle stazioni di riferimento sono state ottenute propagando, per mezzo delle velocità, le soluzioni del sinex file EPN_A_IGb08.snx, che costituisce l'ultima soluzione cumulativa della rete EPN aggiornata alla settimana GPS 1785. Il calcolo è stato condotto secondo le linee guida dell'EUREF per le reti regionali, e utilizzando i prodotti IGb08, in particolare il file di calibrazione delle antenne IGb08.atx.

Si è proceduto per soluzioni giornaliere, trattando le ambiguità con il metodo QIF (quasi ionospheric free) con sampling a 30 secondi, e ottenendo sempre un'alta percentuale di ambiguità risolte: fra l'80% e in 90% (Figura 5). Tutte le stazioni sono state vincolate in maniera *loose* alle coordinate a priori con i seguenti errori: $\sigma_{Nord,Est}$ = 0.005 m, σ_{Up} = 0.01 m. L'equazioni normali giornaliere così ottenute sono state inquadrate, utilizzando il modulo ADDNEQ2, in IGb08 ai minimi vincoli (solo traslazione) sulle stazioni di riferimento EPN suddette. In questa fase sono state ricercate ed eliminate dalle soluzioni giornaliere le giornate/stazione considerate outlier secondo il seguente criterio: errore quadratico medio maggiore di 10 mm in Nord o Est o maggiore di 20 mm in Up. Le giornate/stazioni da scartare sono risultate in realtà molto poche: 9 su un totale di circa 4500 trattate (Allegato 1). In Figura 6 sono riportati gli RMS dell'equazioni normali di ciascuna soluzione giornaliera. Tolti gli outlier, il confronto fra le 35 soluzioni giornaliere di ciascuna stazione, effettuato con modulo COMPAR del Bernese, ha consentito di stimare un RMS della ripetibilità (Figura 7): la massima discordanza, pari a 7.7 mm, è stata riscontrata sulla direzione Up della stazione MRGE, mentre in planimetria tutti gli RMS risultano inferiori a 3 mm. Le 35 equazioni giornaliere sono state quindi ridotte eliminando i parametri di troposfera e, sempre per mezzo del modulo ADDNEQ2 del Bernese, combinate in 5 equazioni settimanali. Trattando tali soluzioni insieme a quelle ufficiali dell'EPN, relative alle stesse settimane, è stata ottenuta la soluzione finale, inquadrata ai minimi vincoli (3 traslazioni) sulle suddette stazioni EPN di classe "A".

Le coordinate ottenute, integralmente riportate in tabella 1 (Allegato 2), sono espresse nel Sistema IGb08, e sono riferite temporalmente al momento centrale del

FIGURA 5 – Percentuale delle ambiguità risolte utilizzando il metodo QIF

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

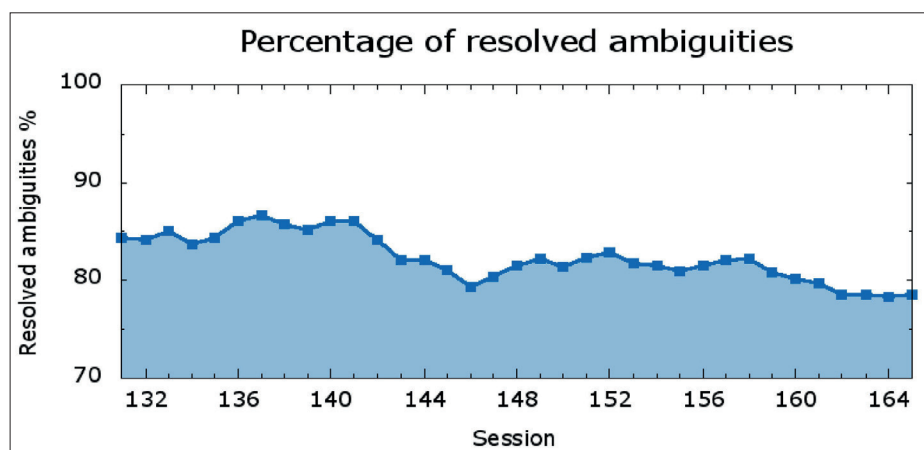



FIGURA 6 – RMS delle soluzioni

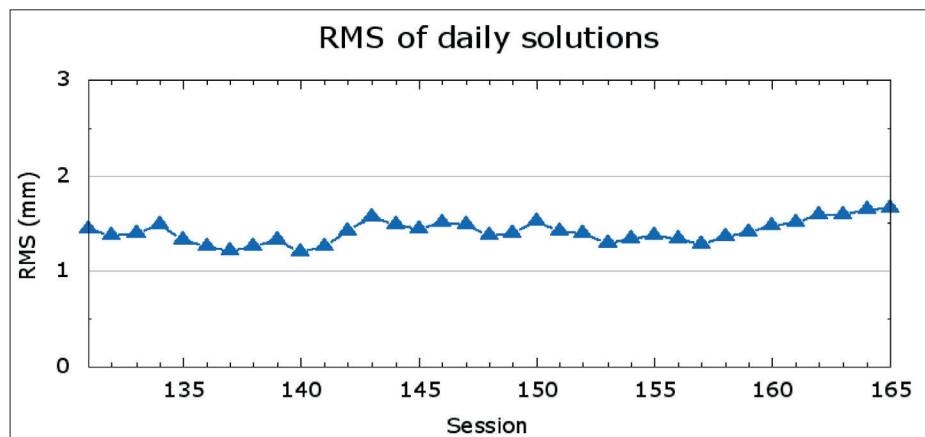



FIGURA 7 – RRMS delle stazioni valutato attraverso la ripetibilità

RMS of daily repeatability

(mm)

Nord
Est
Up

ACOM ACQU AGRG AJAC ALSN AMUR ANCG AQUI ARCE AVEL BAJA BIEL BLRA BOVA BRBZ BZRG CAG1 CAMN CAMP CARI CAST COLI COMO CROT CUCC DEMN DOMS EBOL EDEN EIIV ELBA FASA FERR FOGG FRES FROS FRRA GENO GIUR GRAS GRAZ GROG GROS GROT HMDC

IENG IGMI INGR ISCH LAM2 LAMP LASP LAT1 LINA MOSE MABZ MACE MACO MADA MALT MAON MARG MATE MEDI MOCO MONZ MOPS MRGE MRLC MRRA MSRU NAPO NOT1 NU01 OCRA PADO PALA PARM PART PASS PAUN PAVI PBRA PEJO PIAC PORD POZL PRAT PTNZ RASS

RASS RAVE REND RENO ROVE RSMN RSTO SALA SASA SASS SERS SIEN SIRC SOFI SPCI STBZ SVIN TARO TEMP TERM TGPO TGRC TIRA TORI TRAP TREB TRIE UCAG UDI1 UGEN UNOV UNPG UNTR VAGA VALE VEN1 VERG VERO VIBO VICE VILS VITE VTRA WTZR ZIMM ZOUF

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

periodo trattato: 2014.4. È stato quindi verificato, come previsto dalle linee guida EUREF, che il calcolo effettuato non ha modificato la posizione delle stazioni di riferimento di quantità maggiori di 10 mm (Tabella 2): il valore assoluto della massima differenza ammonta a 7.7 mm, mentre la media dei valori assoluti risulta pari a 1.4 mm.

Applicando i parametri di rototraslazione pubblicati nel memo EUREF (Altamimi e*t al.*, 2011), le coordinate IGb08 sono state quindi trasformate in ETRF2000 alla stessa epoca: 2014.4 (Tabella 3 in Allegato 3). Al fine di ottenere un ulteriore riscontro sulla correttezza del calcolo effettuato, e anche sulla precedente stima delle velocità RDN (Baroni *et al.*, 2014), per le 80 stazioni a comune fra RDN e RDN2 sono stati messi a confronto gli spostamenti derivanti dall'applicazione delle velocità con quelli ottenuti dalle differenze fra le posizioni RDN2-RDN. Esclusi i 3 casi non significativi, evidenziati con fondo grigio in Tabella 4, il confronto mostra un ottimo accordo dei risultati: solo in 4 stazioni le differenze superano un cm, valore dell'RMS che caratterizza le coordinate, mentre in tutte le altre risultano ampiamente al disotto di tale quantità.

Tabella 2 – Differenze sulle stazioni di riferimento nel presente calcolo

Stazioni	Nord [mm]	Est [mm]	Up [mm]
AJAC	0.5	1.0	7.5
AQUI	-0.6	0.7	-2.8
BZRG	-1.9	-0.6	-0.8
COMO	0.2	0.4	2.0
ELBA	-2.5	-0.2	2.4
GENO	2.8	1.1	-4.6
GRAS	1.3	0.8	-0.1
GRAZ	-0.5	1.5	-1.6
IENG	0.1	-0.1	-0.5
IGMI	-1.0	0.4	0.7
MOSE	1.3	0.6	4.3
MATE	0.3	-0.2	-1.0
MOPS	1.4	1.2	0.5
NOT1	0.6	-0.3	-4.4
PRAT	1.9	0.4	-1.1
ROVE	1.9	0.7	-3.3
SOFI	0.7	-1.4	1.7
TORI	0.2	0.7	-7.7
UNPG	1.9	-1.4	1.9
UNTR	0.6	-0.6	5.4
VEN1	-1.3	-0.4	1.4
WTZR	-0.6	0.7	-0.4
ZIMM	0.0	0.5	-1.4
ZOUF	-1.4	1.8	-0.4

Tabella 4 – Differenze fra gli spostamenti orizzontali derivanti dalle velocità RDN e quelli ottenuti dal confronto delle coordinate RDN2 e RDN. A fondo grigio i casi non significativi, AQUI: spostamento dovuto al terremoto; UNOV: stazione spostata; TGPO: la velocità non calcolata per mancanza di dati

Stazioni	Spostam. orizzont. con le velocità RDN	Spostam. orizzont. dal confronto coord. RDN2-RDN	Differ.
	[m]	[m]	[cm]
ACOM	0.006	0.006	0.0
AMUR	0.027	0.027	0.0
AQUI	0.007	0.042	-3.5
BIEL	0.014	0.008	0.6
BRBZ	0.009	0.014	-0.5
BZRG	0.004	0.005	-0.1
CAMP	0.017	0.018	0.0
CARI	0.015	0.015	0.1
COMO	0.003	0.003	0.0
CUCC	0.019	0.020	-0.2
EIIV	0.013	0.035	-2.3
ELBA	0.004	0.007	-0.3
FASA	0.024	0.029	-0.5
FOGG	0.023	0.021	0.2
FRES	0.020	0.021	-0.1
GENO	0.001	0.003	-0.1
GIUR	0.019	0.024	-0.4
GRAS	0.003	0.002	0.1
GRAZ	0.006	0.003	0.3
GROG	0.003	0.003	0.0
GROT	0.015	0.017	-0.2

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

HMDC	0.031	0.033	-0.2
IENG	0.005	0.007	-0.2
IGMI	0.017	0.017	0.0
INGR	0.012	0.013	-0.2
ISCH	0.024	0.024	-0.1
LAMP	0.008	0.020	-1.2
LASP	0.003	0.004	-0.1
LAT1	0.008	0.011	-0.2
M0SE	0.015	0.013	0.2
MABZ	0.012	0.010	0.2
MACO	0.006	0.008	-0.1
MADA	0.003	0.002	0.1
MALT	0.028	0.029	-0.2
MAON	0.003	0.002	0.1
MATE	0.027	0.028	-0.2
MEDI	0.017	0.021	-0.4
MOCO	0.024	0.024	-0.1
MOPS	0.016	0.032	-1.6
MRGE	0.005	0.007	-0.2
MRLC	0.034	0.034	-0.1
MART	0.035	0.030	0.6
MSRU	0.025	0.026	-0.1
NOT1	0.031	0.031	0.0
NU01	0.007	0.002	0.5
PADO	0.006	0.005	0.1
PARM	0.010	0.011	-0.1
PASS	0.008	0.015	-0.6
PAVI	0.011	0.009	0.2
PORD	0.015	0.011	0.5
PRAT	0.012	0.031	-2.0

RENO	0.020	0.020	0.0
ROVE	0.010	0.010	0.0
RSMN	0.022	0.020	0.2
RSTO	0.031	0.028	0.4
SASA	0.020	0.026	-0.5
SASS	0.004	0.002	0.2
SERS	0.018	0.019	-0.1
SIEN	0.006	0.005	0.1
SOFI	0.012	0.012	-0.1
STBZ	0.004	0.005	-0.1
SVIN	0.018	0.016	0.2
TEMP	0.003	0.003	-0.1
TERM	0.024	0.029	-0.5
TGPO		0.013	------
TGRC	0.021	0.022	-0.1
TORI	0.006	0.004	0.2
TREB	0.026	0.025	0.0
TRIE	0.015	0.015	0.0
UDI1	0.013	0.013	0.0
UGEN	0.022	0.026	-0.4
UNOV	0.011	685.540	-68552.9
UNPG	0.010	0.012	-0.3
VAGA	0.015	0.011	0.4
VAST	0.026	0.021	0.6
VERO	0.006	0.001	0.5
VILS	0.003	0.001	0.1
WTZR	0.005	0.003	0.2
ZIMM	0.004	0.004	0.0
ZOUF	0.006	0.004	0.2

6. Problematiche relative all'utilizzo del nuovo Riferimento

Il confronto fra le coordinate che le 80 stazioni a comune fra RDN e RDN2 ottengono nei due frame (Tabella 4) consente di quantificare esattamente gli spostamenti subiti dai siti nel corso di 5 anni, per altro in ottimo accordo con le previsioni fornite dalle velocità (Figura 2), e mostra chiaramente, come già osservato, una sostanziale stabilità dell'Italia settentrionale, delle regioni tirreniche, e della Sardegna, ma segnala anche che la fascia fra la cintura appenninica e la costa adriatica, fino all'altezza di Ancona, si è spostata rispetto al resto dell'Italia in direzione Nord-Est di circa 25 mm, e quasi tutta la Sicilia si è mossa della stessa quantità in direzione Nord-Nord Ovest. Tali spostamenti, che probabilmente proseguiranno, hanno già modificato la geometria della rete, e in tempi abbastanza brevi metteranno in crisi l'efficienza delle metodologie di rilievo più esigenti che necessitano di una rigorosa rispondenza alla realtà della rete di riferimento, in particolare l'NRTK. È inevitabile quindi che, anche se non immediatamente, bisognerà aggiornare il Riferimento, innescando nuovamente le problematiche già precedentemente discusse, che sarebbero questa volta aggravate dal fatto che un ulteriore nuovo Sistema va ad aggiungersi ad una lista già numerosa. È infatti una realtà che anche il passaggio da ETRF89 a ETRF2000, iniziato nel 2009, è ancora

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

in gran parte inattuato, per non parlare dell'aggiornamento dei documenti ancora espressi negli storici Riferimenti Locali, tutt'altro che completato.

La Direzione Geodetica dell'IGM sta attualmente valutando alcune possibili soluzioni, che verranno discusse anche in ambito "Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle pubbliche amministrazioni"[6], tese a minimizzare l'impatto negativo sugli utilizzatori del Riferimento geodetico. Un metodo interessante, peraltro già attuato da alcune nazioni europee, potrebbe essere quello di utilizzare contemporaneamente due Sistemi di Riferimento:

- uno *dinamico*, tenuto costantemente allineato alla realtà fisica e perciò valido anche per le applicazioni più esigenti;
- uno *statico* convenzionale, ufficiale, da utilizzare per la comune georeferenziazione, caratterizzato comunque da recente e buona geometria (ERTF2000 al 2008.0) e collegato a quello dinamico dalla stima del campo di deformazione;

in questo modo il sistema dinamico potrebbe essere riallineato frequentemente alla realtà senza impatto sugli utilizzatori, aggiornando di volta in volta il campo di deformazione. Le reti NRTK funzionerebbero senza problemi nel sistema dinamico, ma dovrebbero consentire agli utenti, in modo trasparente, di ottenere determinazioni nel sistema statico convenzionale, ad esempio sfruttando i moderni protocolli di trasmissione dati (RTCM 3.0 e successivi) che offrono molte possibilità, o con altre strategie oggi in fase di sperimentazione.

6 Istituto dall'art. 59, comma 2, del Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Allegato 1

Stazione	Giorno Giuliano																																			Totale giorni validi
	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	
ACOM																																				29
ACQU																																				35
AGRG																																				35
AJAC																																				34
ALSN																																				35
AMUR																																				35
ANCG																																				34
AQUI																																				35
ARCE																																				34
AVEL																																				35
BAJA																																				35
BIEL																																				35
BLRA																																				33
BOVA																																				35
BRBZ																																				35
BZRG																																				34
CAG1																																				33
CAMN																																				35
CAMP																																				28
CARI																																				35
CAST																																				24
COLI																																				35
COMO																																				35
CROT																																				34
CUCC																																				35
DEMN																																				34
DOMS																																				35
EBOL																																				35
EDEN																																				35
EIIV																																				35
ELBA																																				34
FASA																																				35
FERR																																				35
FOGG																																				35
FRES																																				35
FROS																																				33
FRRA																																				33
GENO																																				35

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Stazione	Totale
GIUR	35
GRAS	34
GRAZ	35
GROG	35
GROS	35
GROT	35
HMDC	31
IENG	35
IGMI	35
INGR	35
ISCH	35
LAM2	26
LAMP	30
LASP	35
LAT1	29
LINA	32
M0SE	35
MABZ	35
MACE	34
MACO	35
MADA	35
MALT	35
MAON	35
MARG	35
MATE	35
MEDI	35
MOCO	35
MONZ	35
MOPS	35
MRGE	35
MRLC	35
MRRA	33
MSRU	35
NAPO	31
NOT1	35
NU01	35
OCRA	33
PADO	35
PALA	35
PARM	35
PART	35
PASS	35
PAUN	32
PAVI	35

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Stazione	
PBRA	33
PEJO	35
PIAC	35
PORD	35
POZL	35
PRAT	35
PTNZ	19
RASS	35
RAVE	35
REND	23
RENO	14
ROVE	26
RSMN	35
RSTO	35
SALA	33
SASA	35
SASS	35
SERS	35
SIEN	35
SIRC	35
SOFI	34
SPCI	35
STBZ	35
SVIN	35
TARO	35
TEMP	29
TERM	35
TGPO	35
TGRC	34
TIRA	22
TORI	32
TRAP	35
TREB	35
TRIE	29
UCAG	35
UDI1	23
UGEN	35
UNOV	32
UNPG	35
UNTR	35
VAGA	35
VALE	35
VEN1	35
VERG	35

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Stazione	Giorni
VERO	35
VIBO	12
VICE	34
VILS	30
VITE	34
VTRA	28
WTZR	35
ZIMM	35
ZOUF	31
Totale	4498

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Allegato 2

TABELLA 1 – Coordinate IGb08 all'epoca 2014.4

N.	Stazione	φ	λ	h
1	ACOM	46°,32′ 52,5691″	13°,30′ 53,6458″	1774,686
2	ACQU	38°,03′ 21,9679″	14°,35′ 17,7979″	90,149
3	AGRG	37°,19′ 13,0223″	13°,36′ 04,2160″	297,367
4	AJAC	41°,55′ 38,8516″	8°,45′ 45,4214″	98,789
5	ALSN	44°,55′ 23,4239″	8°,36′ 58,8657″	146,664
6	AMUR	40°,54′ 26,1458″	16°,36′ 14,5479″	549,460
7	ANCG	43°,36′ 10,1759″	13°,30′ 07,0662″	109,793
8	AQUI	42°,22′ 05,6666″	13°,21′ 00,9036″	712,985
9	ARCE	43°,30′ 17,5661″	12°,56′ 58,0002″	408,034
10	AVEL	40°,54′ 43,0191″	14°,46′ 59,8916″	420,268
11	BAJA	43°,54′ 13,2352″	7°,43′ 08,1379″	921,781
12	BIEL	45°,33′ 38,6937″	8°,02′ 53,0058″	480,484
13	BLRA	41°,48′ 37,2530″	13°,33′ 37,2435″	419,519
14	BOVA	38°,08′ 38,7690″	16°,10′ 01,5284″	58,316
15	BRBZ	46°,47′ 47,5989″	11°,56′ 28,8346″	903,770
16	BZRG	46°,29′ 56,4908″	11°,20′ 12,4775″	329,135
17	CAG1	39°,13′ 40,8658″	9°,06′ 36,5353″	134,820
18	CAMN	44°,24′ 18,9726″	8°,16′ 49,8020″	390,066
19	CAMP	37°,37′ 45,3418″	12°,44′ 41,5971″	146,078
20	CARI	41°,11′ 41,0019″	13°,58′ 27,0926″	142,366
21	CAST	40°,16′ 08,1356″	14°,56′ 27,3954″	90,378
22	COLI	46°,08′ 19,9403″	9°,22′ 49,7489″	275,608
23	COMO	45°,48′ 07,7928″	9°,05′ 44,2493″	292,292
24	CROT	39°,04′ 07,9796″	17°,06′ 51,4212″	78,202
25	CUCC	39°,59′ 37,6948″	15°,48′ 55,9780″	669,326
26	DEMN	44°,18′ 56,6118″	7°,17′ 33,4810″	862,669
27	DOMS	46°,07′ 08,5675″	8°,17′ 10,7945″	365,633
28	EBOL	40°,32′ 47,6194″	14°,59′ 13,2842″	83,450
29	EDEN	37°,31′ 23,0913″	14°,18′ 12,5580″	732,301
30	EIIV	37°,30′ 48,9733″	15°,04′ 55,5032″	88,873
31	ELBA	42°,45′ 10,4464″	10°,12′ 39,9581″	271,760
32	FASA	40°,50′ 05,4024″	17°,21′ 32,5242″	175,774
33	FERR	44°,49′ 40,2879″	11°,36′ 04,5798″	64,580

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

34	FOGG	41°,27' 07,9432''	15°,31' 55,6830''	148,369
35	FRES	41°,58' 24,6337''	14°,40' 09,5030''	404,705
36	FROS	41°,38' 20,6196''	13°,21' 01,8509''	318,437
37	FRRA	42°,25' 03,9034''	14°,17' 32,0080''	92,547
38	GENO	44°,25' 09,8004''	8°,55' 16,1241''	155,526
39	GIUR	40°,07' 27,9931''	18°,25' 48,1163''	121,867
40	GRAS	43°,45' 17,0611''	6°,55' 14,0723''	1319,313
41	GRAZ	47°,04' 01,6727''	15°,29' 36,5386''	538,289
42	GROG	43°,25' 34,6908''	9°,53' 31,2077''	241,072
43	GROS	42°,45' 55,4292''	11°,06' 42,5619''	90,000
44	GROT	41°,04' 22,2366''	15°,03' 35,5423''	499,900
45	HMDC	36°,57' 32,4676''	14°,46' 59,2133''	586,604
46	IENG	45°,00' 54,4815''	7°,38' 21,8665''	316,628
47	IGMI	43°,47' 44,3413''	11°,12' 49,6862''	95,069
48	INGR	41°,49' 41,1078''	12°,30' 53,2876''	104,443
49	ISCH	41°,54' 15,5279''	15°,53' 47,5405''	373,492
50	LAM2	38°,57' 26,4529''	16°,18' 43,2673''	203,980
51	LAMP	35°,29' 59,1930''	12°,36' 20,3714''	57,827
52	LASP	44°,04' 23,8385''	9°,50' 22,7642''	87,165
53	LAT1	41°,28' 14,7144''	12°,54' 05,2205''	97,909
54	LINA	38°,34' 37,5664''	14°,50' 06,5178''	156,152
55	M0SE	41°,53' 35,2139''	12°,29' 35,7390''	120,570
56	MABZ	46°,41' 09,5658''	10°,33' 03,7531''	1092,067
57	MACE	43°,17' 38,7486''	13°,27' 03,2906''	307,092
58	MACO	40°,16' 08,9716''	8°,46' 10,2316''	637,708
59	MADA	43°,44' 50,9750''	10°,21' 57,8529''	56,864
60	MALT	35°,50' 16,7300''	14°,31' 34,3145''	72,409
61	MAON	42°,25' 41,4503''	11°,07' 50,5047''	228,408
62	MARG	41°,22' 24,0475''	16°,08' 56,1367''	64,761
63	MATE	40°,38' 56,8800''	16°,42' 16,0631''	535,658
64	MEDI	44°,31' 11,8516''	11°,38' 48,5431''	50,013
65	MOCO	41°,22' 16,1838''	15°,09' 30,8564''	1072,654
66	MONZ	45°,34' 37,4029''	9°,16' 20,3738''	227,204
67	MOPS	44°,37' 45,6779''	10°,56' 57,1075''	92,172
68	MRGE	45°,46' 11,1833''	7°,03' 39,9022''	1722,825
69	MRLC	40°,45' 23,1480''	15°,29' 19,4796''	631,505
70	MRRA	42°,53' 07,1535''	13°,54' 57,4654''	61,918
71	MSRU	38°,15' 49,7424''	15°,30' 30,0168''	396,772
72	NAPO	40°,52' 12,0859''	14°,16' 33,5594''	127,722
73	NOT1	36°,52' 33,0460''	14°,59' 23,2422''	126,334
74	NU01	40°,18' 52,7508''	9°,18' 48,0936''	586,717

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

75	OCRA	42°,02' 58,2191"	13°,02' 20,3037"	878,260
76	PADO	45°,24' 40,1582"	11°,53' 45,8322"	64,683
77	PALA	45°,36' 07,4622"	9°,53' 50,3293"	238,748
78	PARM	44°,45' 52,4564"	10°,18' 43,8825"	121,859
79	PART	38°,02' 25,5069"	13°,06' 35,3119"	247,575
80	PASS	46°,11' 34,7774"	11°,54' 07,2594"	1418,683
81	PAUN	38°,06' 19,9567"	13°,20' 54,4445"	113,511
82	PAVI	45°,12' 10,7476"	9°,08' 10,1261"	143,648
83	PBRA	42°,07' 27,2919"	14°,13' 42,5584"	571,937
84	PEJO	46°,21' 48,2869"	10°,40' 31,8591"	1612,681
85	PIAC	45°,02' 35,3452"	9°,41' 23,0684"	115,119
86	PORD	45°,57' 24,3966"	12°,39' 40,3460"	81,762
87	POZL	36°,43' 42,5710"	14°,47' 37,1347"	90,661
88	PRAT	43°,53' 08,0308"	11°,05' 56,8664"	119,942
89	PTNZ	40°,38' 05,0586"	15°,49' 01,1129"	731,160
90	RASS	43°,38' 48,3434"	11°,50' 08,2547"	354,062
91	RAVE	44°,24' 19,0679"	12°,11' 30,7786"	51,813
92	REND	39°,20' 42,7613"	16°,11' 11,8273"	364,403
93	RENO	42°,47' 34,1825"	13°,05' 35,1314"	669,116
94	ROVE	45°,53' 36,6244"	11°,02' 31,5751"	261,691
95	RSMN	43°,56' 00,4700"	12°,27' 02,6863"	767,434
96	RSTO	42°,39' 30,1915"	14°,00' 05,3341"	102,595
97	SALA	40°,25' 01,9728"	15°,33' 23,8441"	504,539
98	SASA	40°,23' 06,6116"	17°,57' 52,5832"	99,273
99	SASS	40°,43' 15,9604"	8°,34' 02,1868"	302,471
100	SERS	39°,02' 09,3865"	16°,41' 18,6826"	1214,993
101	SIEN	43°,20' 29,7356"	11°,18' 46,7548"	417,666
102	SIRC	37°,04' 33,7591"	15°,16' 55,1812"	90,450
103	SOFI	42°,33' 21,9444"	23°,23' 41,0474"	1119,530
104	SPCI	41°,44' 25,5962"	15°,15' 34,1108"	244,453
105	STBZ	46°,53' 53,7110"	11°,25' 32,1083"	1043,753
106	SVIN	38°,48' 10,1054"	15°,14' 03,0556"	119,232
107	TARO	44°,29' 16,2939"	9°,45' 56,6848"	473,654
108	TEMP	40°,54' 29,0793"	9°,05' 59,3288"	597,280
109	TERM	37°,58' 59,7288"	13°,42' 07,8006"	55,302
110	TGPO	45°,00' 11,0169"	12°,13' 41,9618"	49,322
111	TGRC	38°,06' 29,9646"	15°,39' 03,7229"	139,223
112	TIRA	46°,12' 59,3394"	10°,10' 20,5098"	503,170
113	TORI	45°,03' 48,1281"	7°,39' 40,6213"	310,749
114	TRAP	38°,00' 45,4467"	12°,32' 28,0633"	61,941
115	TREB	39°,52' 08,7380"	16°,31' 37,0260"	138,351

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

116	TRIE	45°,42' 35,1305''	13°,45' 48,6815''	323,411
117	UCAG	39°,13' 40,9176''	9°,06' 36,5024''	134,820
118	UDI1	46°,02' 14,9297''	13°,15' 10,8788''	149,297
119	UGEN	39°,55' 39,7474''	18°,09' 43,2389''	152,196
120	UNOV	42°,43' 18,2495''	12°,06' 59,5207''	351,680
121	UNPG	43°,07' 09,8146''	12°,21' 20,5400''	351,099
122	UNTR	42°,33' 31,2500''	12°,40' 25,6479''	219,165
123	VAGA	41°,24' 55,5843''	14°,14' 03,6553''	784,837
124	VALE	41°,00' 58,9406''	16°,54' 16,2942''	207,266
125	VEN1	45°,25' 50,0576''	12°,21' 14,6893''	60,421
126	VERG	44°,17' 14,6988''	11°,06' 37,8796''	271,994
127	VERO	45°,26' 40,9333''	11°,00' 08,7771''	123,847
128	VIBO	38°,40' 29,1424''	16°,04' 58,8202''	552,814
129	VICE	45°,33' 50,6309''	11°,33' 22,6358''	96,160
130	VILS	39°,08' 33,2691''	9°,31' 15,4655''	101,729
131	VITE	42°,24' 34,7474''	12°,06' 34,8444''	419,155
132	VTRA	42°,06' 37,3812''	14°,42' 28,4376''	209,806
133	WTZR	49°,08' 39,1192''	12°,52' 44,0847''	666,026
134	ZIMM	46°,52' 37,5561''	7°,27' 55,0052''	956,344
135	ZOUF	46°,33' 25,9982''	12°,58' 24,7962''	1946,514

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Allegato 3

TABELLA 3 – Coordinate ETRF2000 all'epoca 2014.4

N.	Stazione	φ	λ	h
1	ACOM	46°,32' 52,5541''	13°,30' 53,6223''	1774,683
2	ACQU	38°,03' 21,9529''	14°,35' 17,7753''	90,163
3	AGRG	37°,19' 13,0073''	13°,36' 04,1937''	297,382
4	AJAC	41°,55' 38,8363''	8°,45' 45,3996''	98,793
5	ALSN	44°,55' 23,4086''	8°,36' 58,8436''	146,662
6	AMUR	40°,54' 26,1309''	16°,36' 14,5244''	549,469
7	ANCG	43°,36' 10,1609''	13°,30' 07,0431''	109,796
8	AQUI	42°,22' 05,6516''	13°,21' 00,8807''	712,990
9	ARCE	43°,30' 17,5510''	12°,56' 57,9772''	408,036
10	AVEL	40°,54' 43,0042''	14°,46' 59,8686''	420,277
11	BAJA	43°,54' 13,2199''	7°,43' 08,1161''	921,780
12	BIEL	45°,33' 38,6783''	8°,02' 52,9838''	480,480
13	BLRA	41°,48' 37,2380''	13°,33' 37,2206''	419,525
14	BOVA	38°,08' 38,7541''	16°,10' 01,5054''	58,331
15	BRBZ	46°,47' 47,5838''	11°,56' 28,8115''	903,766
16	BZRG	46°,29' 56,4757''	11°,20' 12,4546''	329,132
17	CAG1	39°,13' 40,8505''	9°,06' 36,5137''	134,828
18	CAMN	44°,24' 18,9573''	8°,16' 49,7801''	390,065
19	CAMP	37°,37' 45,3267''	12°,44' 41,5749''	146,091
20	CARI	41°,11' 40,9869''	13°,58' 27,0697''	142,373
21	CAST	40°,16' 08,1206''	14°,56' 27,3724''	90,388
22	COLI	46°,08' 19,9250''	9°,22' 49,7265''	275,604
23	COMO	45°,48' 07,7775''	9°,05' 44,2270''	292,289
24	CROT	39°,04' 07,9648''	17°,06' 51,3979''	78,215
25	CUCC	39°,59' 37,6799''	15°,48' 55,9549''	669,337
26	DEMN	44°,18' 56,5965''	7°,17' 33,4594''	862,667
27	DOMS	46°,07' 08,5521''	8°,17' 10,7724''	365,629
28	EBOL	40°,32' 47,6044''	14°,59' 13,2611''	83,459
29	EDEN	37°,31' 23,0763''	14°,18' 12,5355''	732,316
30	EIIV	37°,30' 48,9584''	15°,04' 55,4805''	88,888
31	ELBA	42°,45' 10,4311''	10°,12' 39,9358''	271,762
32	FASA	40°,50' 05,3876''	17°,21' 32,5006''	175,784
33	FERR	44°,49' 40,2727''	11°,36' 04,5570''	64,579

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

34	FOGG	41°,27' 07,9283''	15°,31' 55,6597''	148,377
35	FRES	41°,58' 24,6188''	14°,40' 09,4799''	404,712
36	FROS	41°,38' 20,6046''	13°,21' 01,8280''	318,443
37	FRRA	42°,25' 03,8884''	14°,17' 31,9848''	92,553
38	GENO	44°,25' 09,7851''	8°,55' 16,1020''	155,525
39	GIUR	40°,07' 27,9785''	18°,25' 48,0926''	121,879
40	GRAS	43°,45' 17,0457''	6°,55' 14,0508''	1319,312
41	GRAZ	47°,04' 01,6579''	15°,29' 36,5145''	538,286
42	GROG	43°,25' 34,6755''	9°,53' 31,1855''	241,074
43	GROS	42°,45' 55,4140''	11°,06' 42,5395''	90,003
44	GROT	41°,04' 22,2216''	15°,03' 35,5192''	499,908
45	HMDC	36°,57' 32,4526''	14°,46' 59,1908''	586,620
46	IENG	45°,00' 54,4662''	7°,38' 21,8447''	316,625
47	IGMI	43°,47' 44,3261''	11°,12' 49,6636''	95,070
48	INGR	41°,49' 41,0927''	12°,30' 53,2649''	104,449
49	ISCH	41°,54' 15,5131''	15°,53' 47,5171''	373,499
50	LAM2	38°,57' 26,4381''	16°,18' 43,2442''	203,992
51	LAMP	35°,29' 59,1778''	12°,36' 20,3494''	57,844
52	LASP	44°,04' 23,8233''	9°,50' 22,7420''	87,165
53	LAT1	41°,28' 14,6993''	12°,54' 05,1978''	97,915
54	LINA	38°,34' 37,5515''	14°,50' 06,4950''	156,165
55	MOSE	41°,53' 35,1988''	12°,29' 35,7163''	120,576
56	MABZ	46°,41' 09,5506''	10°,33' 03,7303''	1092,063
57	MACE	43°,17' 38,7335''	13°,27' 03,2676''	307,095
58	MACO	40°,16' 08,9562''	8°,46' 10,2099''	637,714
59	MADA	43°,44' 50,9598''	10°,21' 57,8305''	56,865
60	MALT	35°,50' 16,7150''	14°,31' 34,2921''	72,426
61	MAON	42°,25' 41,4351''	11°,07' 50,4823''	228,412
62	MARG	41°,22' 24,0327''	16°,08' 56,1133''	64,769
63	MATE	40°,38' 56,8652''	16°,42' 16,0397''	535,667
64	MEDI	44°,31' 11,8365''	11°,38' 48,5203''	50,013
65	MOCO	41°,22' 16,1689''	15°,09' 30,8332''	1072,661
66	MONZ	45°,34' 37,3877''	9°,16' 20,3515''	227,201
67	MOPS	44°,37' 45,6627''	10°,56' 57,0848''	92,171
68	MRGE	45°,46' 11,1679''	7°,03' 39,8804''	1722,821
69	MRLC	40°,45' 23,1331''	15°,29' 19,4564''	631,514
70	MRRA	42°,53' 07,1384''	13°,54' 57,4423''	61,922
71	MSRU	38°,15' 49,7275''	15°,30' 29,9940''	396,786
72	NAPO	40°,52' 12,0709''	14°,16' 33,5364''	127,730
73	NOT1	36°,52' 33,0311''	14°,59' 23,2196''	126,350
74	NU01	40°,18' 52,7355''	9°,18' 48,0718''	586,724

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

75	OCRA	42°,02' 58,2040''	13°,02' 20,2809''	878,266
76	PADO	45°,24' 40,1431''	11°,53' 45,8092''	64,682
77	PALA	45°,36' 07,4470''	9°,53' 50,3068''	238,746
78	PARM	44°,45' 52,4412''	10°,18' 43,8600''	121,858
79	PART	38°,02' 25,4918''	13°,06' 35,2896''	247,588
80	PASS	46°,11' 34,7623''	11°,54' 07,2363''	1418,680
81	PAUN	38°,06' 19,9416''	13°,20' 54,4221''	113,524
82	PAVI	45°,12' 10,7323''	9°,08' 10,1039''	143,645
83	PBRA	42°,07' 27,2769''	14°,13' 42,5353''	571,943
84	PEJO	46°,21' 48,2718''	10°,40' 31,8364''	1612,677
85	PIAC	45°,02' 35,3300''	9°,41' 23,0460''	115,117
86	PORD	45°,57' 24,3815''	12°,39' 40,3227''	81,760
87	POZL	36°,43' 42,5560''	14°,47' 37,1122''	90,677
88	PRAT	43°,53' 08,0156''	11°,05' 56,8439''	119,943
89	PTNZ	40°,38' 05,0437''	15°,49' 01,0897''	731,169
90	RASS	43°,38' 48,3282''	11°,50' 08,2319''	354,064
91	RAVE	44°,24' 19,0528''	12°,11' 30,7557''	51,813
92	REND	39°,20' 42,7464''	16°,11' 11,8042''	364,414
93	RENO	42°,47' 34,1674''	13°,05' 35,1084''	669,120
94	ROVE	45°,53' 36,6092''	11°,02' 31,5523''	261,689
95	RSMN	43°,56' 00,4549''	12°,27' 02,6634''	767,436
96	RSTO	42°,39' 30,1765''	14°,00' 05,3110''	102,600
97	SALA	40°,25' 01,9579''	15°,33' 23,8210''	504,548
98	SASA	40°,23' 06,5969''	17°,57' 52,5595''	99,283
99	SASS	40°,43' 15,9450''	8°,34' 02,1651''	302,476
100	SERS	39°,02' 09,3716''	16°,41' 18,6594''	1215,005
101	SIEN	43°,20' 29,7204''	11°,18' 46,7322''	417,668
102	SIRC	37°,04' 33,7441''	15°,16' 55,1585''	90,466
103	SOFI	42°,33' 21,9302''	23°,23' 41,0222''	1119,539
104	SPCI	41°,44' 25,5813''	15°,15' 34,0875''	244,460
105	STBZ	46°,53' 53,6959''	11°,25' 32,0853''	1043,749
106	SVIN	38°,48' 10,0904''	15°,14' 03,0327''	119,244
107	TARO	44°,29' 16,2787''	9°,45' 56,6625''	473,653
108	TEMP	40°,54' 29,0640''	9°,05' 59,3070''	597,285
109	TERM	37°,58' 59,7137''	13°,42' 07,7781''	55,315
110	TGPO	45°,00' 11,0018''	12°,13' 41,9388''	49,321
111	TGRC	38°,06' 29,9497''	15°,39' 03,7000''	139,237
112	TIRA	46°,12' 59,3242''	10°,10' 20,4872''	503,167
113	TORI	45°,03' 48,1128''	7°,39' 40,5995''	310,746
114	TRAP	38°,00' 45,4315''	12°,32' 28,0411''	61,954
115	TREB	39°,52' 08,7232''	16°,31' 37,0027''	138,362

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

116	TRIE	45°,42' 35,1155''	13°,45' 48,6580''	323,410
117	UCAG	39°,13' 40,9022''	9°,06' 36,4808''	134,829
118	UDI1	46°,02' 14,9147''	13°,15' 10,8554''	149,295
119	UGEN	39°,55' 39,7327''	18°,09' 43,2152''	152,207
120	UNOV	42°,43' 18,2344''	12°,06' 59,4980''	351,684
121	UNPG	43°,07' 09,7995''	12°,21' 20,5172''	351,102
122	UNTR	42°,33' 31,2349''	12°,40' 25,6251''	219,169
123	VAGA	41°,24' 55,5693''	14°,14' 03,6323''	784,845
124	VALE	41°,00' 58,9258''	16°,54' 16,2707''	207,275
125	VEN1	45°,25' 50,0425''	12°,21' 14,6662''	60,420
126	VERG	44°,17' 14,6836''	11°,06' 37,8570''	271,994
127	VERO	45°,26' 40,9181''	11°,00' 08,7544''	123,846
128	VIBO	38°,40' 29,1275''	16°,04' 58,7971''	552,827
129	VICE	45°,33' 50,6157''	11°,33' 22,6130''	96,158
130	VILS	39°,08' 33,2538''	9°,31' 15,4438''	101,738
131	VITE	42°,24' 34,7322''	12°,06' 34,8217''	419,159
132	VTRA	42°,06' 37,3663''	14°,42' 28,4144''	209,812
133	WTZR	49°,08' 39,1042''	12°,52' 44,0609''	666,018
134	ZIMM	46°,52' 37,5407''	7°,27' 54,9833''	956,338
135	ZOUF	46°,33' 25,9831''	12°,58' 24,7728''	1946,511

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Altamimi Z. e Boucher C. (2011), Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of EUREF GPS campaign 18-05-2011 – vers. 8.

Baroni L., Cauli F., Donatelli D., Farolfi G. e Maseroli R. (2009), Final resuls of the Italian Rete Dinamica Nazionale (RDN) of Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI) and its alignment to ETRF2000, "Bollettino di Geodesia e Scienze Affini", anno LXVIII, n. 3.

Baroni L., Corsi M. e Maseroli R. (2014), Analisi delle velocità dei siti della Rete Dinamica Nazionale, "Geologia tecnica & ambientale", 2014/2, pp. 11-27.

Bruyninx C., Altamimi Z., Caporali A., Kenyeres A., Lidberg M., Stangl G. e Torres J. A. (2013), Guidelines for EUREF Densifications, 23-05-2013 vers. 5.

Caporali A., Turturici F., Maseroli R. e Farolfi G. (2009), Preliminary resuls of the computation of the new Italian Permanent Network RDN of GPS Stations, "Bollettino di Geodesia e Scienze Affini", anno LXVIII, n. 2.

Farolfi G. e Maseroli R. (2009), Completamento e monitoraggio della rete dinamica nazionale, "Atti della 13ª Conferenza Nazionale ASITA", Bari, 1-4 dicembre 2009.

Gurtner W., Boucher C., Bruyninx C. e Marel H. V. D. (1998), The Use of the IGS/EUREF Permanent Network For EUREF Densification Campaigns, "Symposium EUREF", juni 1997, Sofia, Vol. 58, pp. 50-51.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2015 (153), 45-50

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

DOI: 10.13137/2282-472X/11148

Alcune considerazioni in merito a ETRF2000 con riferimento alla Cartografia e ai GIS

Some observations about ETRF2000 in reference to Cartography and GIS

Andrea Favretto*, Massimo Zia**

* Università di Trieste – afavretto@units.it
** Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – massimo.zia@regione.fvg.it

Il lavoro è stato realizzato in piena collaborazione fra i due Autori. Si desidera tuttavia precisare che il paragrafo "Necessità di supporto alla cartografia negli enti pubblici" è stato scritto da Massimo Zia, il resto da Andrea Favretto.

Riassunto

Il contributo riporta alcune osservazioni sul sistema di riferimento geodetico nazionale denominato ETRF2000 e introdotto dall'art. 5 del Decreto 10 novembre 2011 della Presidenza del Consiglio dei Ministri ("Adozione del sistema di riferimento geodetico nazionale"), espresse dal punto di vista di un operatore nel campo della cartografia digitale e i Sistemi Informativi Geografici.
Si parte dalla constatazione di una inequivocabile e immediata esigenza di chiarezza su ETRF2000, in particolare su ciò che la sua adozione comporta a livello operativo presso i diversi enti locali che operano sul territorio nazionale e usano a tal scopo la cartografia digitale e i database cartografici.
Vengono poi fornite alcune indicazioni sui possibili e corretti impieghi delle basi di dati geografici globali e locali nel nuovo quadro di riferimento imposto dal decreto in oggetto, in attesa della completa trasformazione di tutti i dati nel nuovo sistema di riferimento.
Chiudono la nota alcune considerazioni sulle difficoltà in cui versa attualmente il settore cartografico nazionale, condizionato da un lato dalla sfavorevole congiuntura economica dei nostri giorni, dall'altro dalle intrusioni, a volte poco ortodosse, dei produttori massivi di cartografia in rete collegati al Web.

Parole chiave

ETRF2000, CRS globali e locali, CRS e Web, RDN, Datum globale

Abstract

The paper gives some observations about the ETRF2000 National geodetic reference system, which has been introduced on November, 10th 2011 by one Italian Minister Council Presidency Act. These observations are given from an operator of digital cartography and GIS point of view.
We begin highlighting the need of clarity on ETRF2000 and, moreover, on what its adoption entails at a operative level to the local authorities which employ digital maps and cartographic databases. Then we give some recommendations on how use local and global geographic databases in a correct way, according to the new reference frame imposed by the said Act. This while waiting to totally transform all the local cartographic data into the new coordinate reference system.
A few ending remarks on some current problems of the Italian mapping sector are given, considering the nowadays economic trends and the activities of the massive web mapping producers like Google and/or Microsoft.

Keywords

ETRF2000, Global and local CRS, Web and CRS, Global Datum

Introduzione

Nel 1998 Surace sottolineava la necessità di spostarsi, per gli anni a venire, verso sistemi di riferimenti dinamici, "...in cui le coordinate dei punti fissi cambiano per i movimenti della crosta, per l'aumento di precisione delle misure, per il miglioramento di riferimento e via dicendo" (Surace, 1998).

Rilette oggi, quelle parole sono di straordinaria attualità, visto che una Rete Dinamica Nazionale italiana (RDN[1]) materializza il nuovo Sistema di riferimento geodetico nazionale (denominato ETRF2000), come da art. 5 del Decreto 10 novembre 2011 della Presidenza del Consiglio dei Ministri ("Adozione del sistema di riferimento geodetico nazionale").

Si pensa che ETRF2000 sia un argomento di eccezionale importanza per tutta la Geomatica, con delle implicazioni notevoli sul modo di lavorare di chi si occupa di informazione geografica ma anche e soprattutto di chi lavora sul territorio e ha necessità di pianificare da un punto di vista spaziale gli impatti che le proprie attività determinano.

Si desiderano sottolineare due punti fermi, utili in riferimento ad ETRF2000:

– a decorrere dal 27 febbraio 2012 (data della pubblicazione in Gazzetta Ufficiale del Decreto suddetto), ETRF2000 è il sistema geodetico nazionale;
– sempre a decorrere dalla stessa data: "... le amministrazioni utilizzano il Sistema di riferimento geodetico nazionale per georeferenziare le proprie stazioni permanenti, nonchè per i risultati di nuovi rilievi, le nuove realizzazioni cartografiche, i nuovi prodotti derivati da immagini fotografiche aeree e satellitari, le banche dati geografiche e per qualsiasi nuovo documento o dato da georeferenziare" (art. 3).

Questo per ricordare che ETRF2000 è ormai legge dello Stato e come tale va considerato. Chi si occupa di Geomatica deve adeguarsi e ha anche l'obbligo morale di divulgarlo, se l'insegnamento è un compito istituzionale della sua professione.

A parte gli obblighi legislativi, adottare ETRF2000 porta diversi benefici (chiari ora forse solo agli addetti ai lavori), legati all'interoperabilità raccomandata dalla direttiva europea INSPIRE del marzo 2007[2], ovvero alla possibilità di combinare dati territoriali e servizi a loro collegati fra gli Stati europei mediante la rete (Barbarella *et al.*, 2011).

Per vedere in che modo è stato recepito il nuovo sistema geodetico nazionale da coloro che, per professione o per passione, utilizzano i *software* GIS, una possibilità è quella di consultare in rete alcuni *blog* tecnici dedicati all'argomento. Da una prima analisi di alcuni di essi, si è purtroppo riscontrata una certa confusione su ETRF2000 e su ciò che la sua adozione comporta.

Le domande che ricorrono sono un po' sempre le stesse. A parte i quesiti più tecnici (ad esempio: il nuovo codice EPSG[3] per il sistema di riferimento ETRF2000[4]), il dubbio più pressante è quello relativo a come influirà il nuovo sistema geodetico sulla gestione dei sistemi di riferimento (e i relativi cambi di coordinate) nei *software* GIS e come si deve trattare la propria cartografia per essere in regola con la legge.

Lo spostamento della placca euro-asiatica di circa di 2,5 centimetri all'anno è noto a gran parte degli utenti dei *blog* consultati. Minore sembra invece la consapevolezza di come e perchè questo sia importante nel lavoro di chi produce cartografia digitale o, più genericamente, per gli utenti delle applicazioni informatiche GIS.

1 Per un approfondimento riguardo la Rete Dinamica Nazionale e come essa si sia costituita quale sinergia ad opera di diversi enti pubblici nazionali, si veda: Barbarella *et al.*, 2009; Baroni *et al.*, 2012. Una mappa interattiva aggiornata della rete RDN si può trovare sul sito dell'IGM all'URL: http://www.igmi.org/rdn/.

2 Come è noto, la direttiva INSPIRE (Infrastructure for Spatial InfoRmation in Europe) promuove la realizzazione di un'infrastruttura per memorizzare e gestire i dati spaziali in Europa, attraverso il perfezionamento di metodi omogenei di georeferenziazione. La direttiva INSPIRE si può consultare presso: http://inspire.ec.europa.eu/.

3 Il *database* geodetico denominato EPSG (European Petroleum Survey Group), mantenuto aggiornato da OGP (Int. Ass. of Oil and Gas Producers), indicizza e cataloga i sistemi di riferimento usati in tutto il globo e ne registra i parametri principali nonché gli algoritmi per le principali trasformazioni di coordinate. Si può scaricare gratuitamente all'URL: http://www.epsg.org/.

4 Tale quesito è stato risolto dal recente aggiornamento del *database* collegato – gennaio 2014, grazie alla specifica richiesta dell'IGM – cfr. Istituto Geografico Militare, Servizio Geodetico: http://host154-194-static.207-37-b.business.telecomitalia.it/epsg/NotaSistemiEPSG.pdf.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Le soluzioni suggerite da chi pensa di aver capito la questione sono alquanto variegate e, a volte, purtroppo, totalmente errate[5].

L'impressione è quella di una carenza di nozioni chiare e precise sull'argomento. Si pensa che colmare tale carenza sia uno specifico compito che associazioni come ASITA debbano prendersi.

Alcune considerazioni da un punto di vista della Cartografia in ambiente GIS

Ciò che bisogna rendere chiaro a molti degli operatori GIS che si rivolgono ai *blog* specializzati in rete è, ad esempio, la differenza fra un datum classico e uno satellitare (sperando sia scontata la conoscenza del concetto di datum); inoltre quella fra un datum globale e uno locale (nel senso che è solidale ad una data regione della Terra).

Tale chiarezza è sicuramente necessaria anche presso tutte le amministrazioni pubbliche che il decreto del 2011 cita, che sono poi tutti gli enti italiani che "...raccolgono producono o gestiscono dati territoriali in funzione delle proprie competenze istituzionali" (Barbarella *et al.*, 2011).

In sintesi: solamente attraverso la diffusione di una cultura geomatica di base si pensa che sarà possibile l'attuazione del decreto in oggetto.

In che modo quindi il nuovo sistema geodetico nazionale potrà cambiare il modo di lavorare dei numerosi utilizzatori italiani dei vari *software* GIS?

ETRF2000 influirà sulla gestione dei sistemi di riferimento nei *database* GIS in modo graduale e non si ridurrà ad un mero fatto tecnico (predisposizione di nuovi algoritmi di trasformazione di coordinate, sulla base dei parametri di ETRF2000), ma soprattutto si tratterà di acquisire consapevolezza di quale contesto richieda tale trasformazione subito e quale invece possa tollerare qualche ritardo.

In altre parole, il problema è relativo all'impiego dei dati residenti nei *database* GIS italiani.

ITRS (*International Terrestrial Reference System*) è notoriamente il più importante datum globale. Si tratta di un datum dinamico in quanto tiene conto dei movimenti della crosta terrestre attraverso una rete mondiale di stazioni dotate di un ricevitore GNSS (*Global Navigation Satellite System*) attivo giorno e notte (sono le reti dinamiche che realizzano il datum, per cui ci sono le diverse realizzazioni o *frame* di ITRS alle varie date: ad esempio ITRF2005).

Come è noto, a causa dei movimenti della crosta terrestre, la realizzazione del datum WGS84 e ITRF2005 non sono coincidenti ed è per questo che, in un contesto globale, è più corretto utilizzare il secondo.

Facendo riferimento all'Europa, si parla invece di ETRS (*European Terrestrial Reference System*), anch'esso un datum dinamico (realizzato dalla rete dinamica EPN[6]). ETRS è però vincolato alla piattaforma continentale europea, per cui è solidale con essa, la segue nel suo movimento verso Est/Nord-Est. Questo vuol dire che le variazioni di ETRS nel tempo sono dovute solamente ai movimenti relativi fra i suoi vertici (per esempio, a causa di un terremoto) e non risentono degli spostamenti della placca euro-asiatica. In altre parole, c'è una differenza inferiore al centimetro fra ETRF89 e ETRF2000 (sono le due realizzazioni di ETRS, la prima all'anno 1989, la seconda al 2008), mentre la differenza fra WGS84 e ETRF2000 è di circa 40 cm.

Quindi, se si devono impiegare localmente dei dati GIS (cioè utilizzarli insieme ad altri dati riferiti localmente alla stessa zona – ovvero l'Europa), si può non preoccuparsi troppo se con il *software* GIS si trasforma tutto in ETRS89/UTM33 (nel caso, ad esempio, di un mancato aggiornamento del *software* stesso, per cui i parametri di ETRF2000 non sono ancora stati inseriti nella libreria dell'applicativo informatico).

Diverso è invece se l'impiego dei dati GIS è globale (cioè se questi si vogliono utilizzare insieme ad altri dati, riferiti globalmente, ad esempio dati GPS). Questa volta la differenza c'è, è dovuta ai movimenti della placca euro-asiatica e può raggiungere i 40 cm. Si pensi, a tal riguardo, a tutte le cartografie di progetto, che

5 Per citarne una fra le più confuse: "la cosa migliore è quella di utilizzare le basi cartografiche di Google Maps (e il relativo sistema di riferimento), in quanto queste sono le più corrette in quanto satellitari".

6 EPN sta per EUREF Permanent Network (EUREF è un ente che riunisce i servizi geodetici europei; cfr.: http://www.epncb.oma.be/).

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

necessitano di rilevamenti puntuali e precisi sul terreno. Questi sono presi in un contesto globale (il GPS è riferito globalmente a ITRF) e vanno pertanto accostati alla corrispondente realizzazione del sistema europeo.

Da un punto di vista teorico (e legislativo), è evidente che la miglior cosa da fare è quella di trasformare tutto in ETRF2000. Nell'attesa che tutti i *software* GIS aggiornino i parametri delle loro librerie, si può intanto operare l'approssimazione di cui sopra.

In definitiva, si tratta di un argomento complesso perchè presuppone una competenza specialistica tipicamente propria della Geomatica. Per questa ragione si pensa che non sia sufficiente promulgare un decreto legge, seppur lungimirante quale quello del 2011 (in ogni caso reso necessario dalla Direttiva europea INSPIRE). È necessario supportare tutti gli enti che dovranno adeguarsi, trasferendo loro risorse e conoscenza in modo chiaro e continuato.

Necessità di supporto alla cartografia negli enti pubblici

La necessità di trasferire conoscenza e risorse agli enti pubblici che utilizzano la cartografia per le loro funzioni istituzionali si scontra purtroppo con la congiuntura economica estremamente negativa degli ultimi anni, che ha penalizzato le sezioni cartografiche di molti enti pubblici nazionali e regionali.

Il Friuli-Venezia Giulia (FVG), ad esempio, è stata una regione all'avanguardia per ciò che riguarda la cartografia digitale e i GIS. Infatti, con la legge regionale 27 dicembre 1991, n.63 l'Amministrazione regionale, con la finalità di disciplinare le attività in materia di cartografia e di Sistema informativo territoriale cartografico (SITC), si era dotata di una normativa che, per la parte applicativa, rimandava a uno strumento operativo del 1993 denominato: "Progetto Generale del sistema cartografico regionale". Successivamente, nel 1998 sempre in FVG è stato approvato un secondo "Progetto generale di cartografia numerica".

Uno dei più preziosi risultati di tali norme, unito al lavoro del "Servizio sistema informativo territoriale e cartografia" (fondato con il nome di "Servizio dell'informazione territoriale e della cartografia", mediante L.R. 1 marzo 1988, n. 104), è stato la disponibilità della carta numerica regionale (CTRN 1:5000 e CRN 1:25000), consultabile e distribuita gratuitamente via *Internet* (all'URL: http://www.regione.fvg.it/rafvg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/strumenti-per-conoscere/).

Nel 2010 la regione FVG ha soppresso il suo "Servizio sistema informativo territoriale e cartografia" e ha progressivamente ridotto le attività del settore cartografico e dei sistemi informativi territoriali, assorbendo le competenze di tale settore nel "Servizio pianificazione territoriale". Tutto ciò ha comportato per la cartografia regionale, in controtendenza rispetto al panorama nazionale, l'accelerazione del processo di obsolescenza.

Per le ragioni di cui sopra oggi la cartografia della zona costiera e della bassa/media pianura FVG (pari ad un estensione complessiva di circa 467.000 ettari, 2/3 dell'intera Regione), risulta nel migliore dei casi aggiornata a otto anni addietro.

Una condizione di maggior criticità si riscontra prendendo in esame la cartografia del territorio montano; il cosiddetto "lotto montagna" di estensione pari a circa 317.000 ha, essendo stato prodotto nel 1999, risulta oggi vecchio di ben quindici anni.

Da un punto di vista informativo gli archivi cartografici regionali sono quindi oggi in una condizione di oggettiva inadeguatezza.

Il perpetuarsi di questa situazione potrebbe generare disfunzioni all'intero Sistema Informativo Territoriale regionale; lo stato di disallineamento degli archivi cartografici rispetto alla realtà territoriale significativamente trasformata, potrebbe comportare il decadimento complessivo della qualità dell'informazione geografica regionale, una potenziale alterazione delle analisi a favore delle attività pianificatorie e il malfunzionamento dei servizi intrinsecamente legati all'informazione spaziale.

Rischi connessi e conclusioni

Da un punto di vista nazionale, si pensa che, se si continua a trascurare la cultura cartografica e ci si limita a dare delle linee guida che rincorrano le direttive europee e non aiutino gli utenti a capire cosa devono e possono fare per ottemperare alla legge, si rischia di finire

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

dritti nelle mani dei produttori massivi di cartografia in rete, ovvero i vari Google, Microsoft, ecc.

Come è ben noto, si tratta di società specializzate in informatica, che usano le mappe come strumento di *marketing* per spingere il loro *core business*, che con la cartografia non ha nulla a che fare.

I numeri sono impressionanti. Ad esempio l'applicazione Maps di Google per il solo sistema operativo Android su *smartphone* e *tablet* ha superato il miliardo di *download*[7] mentre il numero dei siti web *mash-up* che utilizzano come base cartografica le mappe di Bing sono più di 50.000 (cfr. Bing Maps usage statistics: http://trends.builtwith.com/mapping/Bing-Maps).

Queste imprese offrono gratuitamente informazione geografica in rete e la geocodificano su immagini telerilevate in continuo aggiornamento. Forniscono coordinate in tempo reale di elementi geografici in un ambiente di lavoro intuitivo e velocemente distribuito in rete. Attraverso formati vettoriali generalizzati e diffusi, quali kml, permettono una certa interattività e un'interoperabilità invidiabile su diverse applicazioni *software* e piattaforme *hardware*. Sono utili all'utente di massa, che consuma un'informazione usa e getta ma non per chi ha bisogno di precisione nel posizionamento.

Come è ben noto, usano un sistema di coordinate non corretto da un punto di vista geodetico in quanto adotta una proiezione non conforme nella direzione verticale (il cosiddetto Web mercator CRS – EPSG 3857). L'errore può aumentare con la latitudine (in valore assoluto) e può raggiungere addirittura 800 metri nelle zone polari. Il problema è relativo all'applicazione di una formula di sviluppo sferica (quella di Mercatore) su coordinate elissoidiche (WGS84)[8].

Un posizionamento approssimato nell'ambiente di Google o Bing Maps non dovrebbe destare preoccupazioni poiché ogni attività dell'uomo, che abbia bisogno di misurazioni e localizzazioni precise, utilizza strumenti GIS e basi cartografiche professionali. Il problema risiede tuttavia nell'estrema semplicità d'uso delle applicazioni che producono cartografia nel Web. Come scrive Goodchild (2007), Google non ha reputazione in campo geografico. Nonostante ciò i suoi utenti lo considerano autorevole anche in questo settore, forse perchè tutto ciò che è IT sembra autorevole di per sé o forse per il successo dell'azienda nella ricerca in rete (che con la cartografia non ha nulla a che fare). La preoccupazione è che, magari per fretta o per trascuratezza, in determinate condizioni di emergenza un tecnico poco scrupoloso possa "recuperare al volo" una coordinata su Google maps perchè in quel momento non ha la possibilità o la volontà di accedere a strumenti più precisi. In determinate situazioni questo potrebbe essere molto grave. Per non parlare poi di tutte quelle realtà territoriali ove la cartografia digitale a grande scala non è disponibile (si pensi a Paesi arretrati da un punto di vista tecnologico-IT) e si dovrebbe utilizzare la carta tradizionale per tutte le delimitazioni della proprietà territoriale: la tentazione di utilizzare le mappe di Google o di Microsoft è molto forte.

L'impressione prevalente è che la Cartografia sia oggi stritolata da una parte dalla congiuntura economica e dall'altra da spregiudicati venditori di prodotti e servizi informatici.

Anche per queste ragioni, il nuovo sistema ETRF2000 è importante e va assolutamente adottato il prima possibile: è un modo rigoroso e serio per prendere distanza dai produttori di cartografia per il web, una cartografia usa e getta che predilige l'impatto visivo rispetto al rigore scientifico e alla precisione del posizionamento.

7 L'informazione è stata tratta dalla stessa schermata di *download* della app, che riporta, oltre ad una sommaria descrizione dell'applicazione e alcuni commenti, il riferimento numerico dei *download* avvenuti alla data del *download*.

8 Per approfondire tale argomento si possono vedere, tra gli altri: Battersby *et al.*, 2014; Favretto, 2014.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

BARBARELLA M., CAPORALI A., LONGHI D., SANSÒ F. (2011), Il sitema di riferimento geodetico italiano: un esempio di collaborazione tra CISIS, Università, IGM, in *15ª Conferenza Nazionale ASITA*, Reggia di Colorno, 2011.

BARBARELLA M., RADICIONI F., SANSÒ F. (ed.) (2009), Lo sviluppo delle tecnologie per le reti geodetiche, CISIS, Grafiche Bovini Srl, Perugia.

BARONI L., CAULI F., DONATELLI D., FAROLFI G., MASEROLI R. (2012), La Rete Dinamica Nazionale e il nuovo sistema di riferimento ETRF2000, Servizio Geodetico – Istituto Geografico Militare – Firenze, Scribd, archeologo2010, http://it.scribd.com/doc/89866631/La-Rete-Dinamica-Nazionale-Ed-Il-Nuovo-Sistema-Di-Riferimentoetrf2000.

BATTERSBY S. E., FINN M. P., USERY E. L., YAMAMOTO K. H. (2014), Implications of Web Mercator and Its Use in Online Mapping, “Cartographica”, 49:2, pp. 85-101.

FAVRETTO A. (2014), Coordinate Questions in the Web Environment, “Cartographica” 49:3, pp. 164-174.

GOODCHILD M. F. (2007), Citizens as sensors: the world of volunteered geography, “GeoJournal”, 69, pp. 211-221.

SURACE L. (1998), La georeferenziazione delle informazioni territoriali, “Bollettino di Geodesia e Scienze Affini”, Anno LVII n°2, pp. 181-234.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2015 (153), 51-62

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

DOI: 10.13137/2282-472X/11149

L'impatto dell'aggiornamento del sistema geodetico nazionale

Impact of the updating of the National geodetic reference frame

Stefano Gandolfi

Università di Bologna – stefano.gandolfi@unibo.it

Riassunto

A partire da un inquadramento storico sull'evoluzione del sistema geodetico nazionale, la presente nota intende valutare i vantaggi, le possibilità e le criticità derivanti da una gestione del dato territoriale che consideri in modo più pregnante il sistema di riferimento e l'epoca della misura a esso associata. Tale nuovo scenario è di fatto possibile dal momento in cui si è passati, nel 2012, al nuovo sistema geodetico nazionale materializzato sul territorio nazionale con l'istituzione di una rete geodetica attiva costituita da sistemi GNSS, la Rete Dinamica Nazionale. Nella nota si evidenziano vantaggi e criticità legati a sistemi di posizionamento sempre più accurati e precisi che superano di fatto i classici posizionamenti relativi e che se da un lato costituivano una perdita di efficienza e precisione dall'altro permettevano una gestione più semplificata di problemi legati alla gestione del rilievo topografico.

Parole chiave

Sistema di Riferimento, GNSS, NRTK, ITRS, ETRS, Rete Dinamica Nazionale

Abstract

Starting from an overview on the evolution of the official Italian geodetic reference frame, the paper would like to evaluate advantages and criticalities related to the possibility to manage the territorial data considering also the reference frame and epoch as a part of the data. This new scenario is now possible because in 2012 the national reference frame has been materialized by mean of a GNSS permanent network called Rete Dinamica Nazionale (RDN). In this paper different aspects related to the Networks for Real Time Kinematics (NRTK) that permit a very accurate and precise positioning into the reference frame defined by the GNSS network will be focus.

Keywords

Reference Frame, GNSS, NRTK, ITRS, ETRS, Rete Dinamica Nazionale

Introduzione

La definizione di un sistema di riferimento costituisce il punto di partenza fondamentale qualora si voglia definire in modo univoco e corretto la posizione di una qualsiasi entità collocata sul territorio. Esistono differenti tipologie di sistemi di riferimento che permettono il posizionamento di oggetti sul territorio a partire da sistemi di riferimento locali, la cui definizione e validità è strettamente legata all'ambito nel quale si opera fino a sistemi di riferimento globali, che si pongono come base comune per consentire a comunità più allargate di interagire integrando e/o condividendo informazioni geografiche di varia natura.

Il sistema di riferimento è quindi da considerarsi come un aspetto primario di base per chiunque si trovi nella necessità di rilevare, rappresentare e gestire il territorio.

Il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 10 novembre 2011 dal titolo "Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale" (Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 – Supplemento ordinario n. 37) indica nell'articolo 3 che "*a decorrere dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del presente decreto, il Sistema di riferimento geodetico nazionale adottato dalle amministrazioni italiane è costituito dalla realizzazione ETRF2000 – all'epoca 2008.0 – del Sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89, ottenuta nell'anno 2009 dall'Istituto Geografico Militare, mediante l'individuazione delle stazioni permanenti, l'acquisizione dei dati e il calcolo della Rete Dinamica Nazionale.*"

Il presente lavoro intende approfondire alcuni aspetti teorici e operativi legati all'adozione di un nuovo sistema di riferimento a partire dall'evoluzione che il sistema geodetico nazionale ha avuto dal 1912, anno in cui si realizzò la prima rete trigonometrica nazionale, ad oggi. Si valuteranno quali sono state le principali cause che hanno portato nell'arco di 100 anni ad aggiornare diverse volte il sistema geodetico e si evidenzieranno le criticità legate all'aggiornamento di un sistema di riferimento.

In questa nota non verranno considerati gli aspetti legati alle quote ma solo aspetti di natura planimetrica e di geolocalizzazione di punti.

1. Sistemi geodetici in Italia: dal Roma'40 all'ETRS89

Dal 1940 ad oggi in Italia si sono susseguiti differenti sistemi geodetici di riferimento: Roma40, ETRS89-ETRF89, ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0). Tali aggiornamenti sono sostanzialmente legati all'evoluzione delle tecniche di rilievo passando dal teodolite, ai sistemi di posizionamento satellitari.

ll sistema geodetico Roma40, sancito a metà degli anni '40, fu definito a partire dall'ellissoide Internazionale di Hayford mediante alcuni vincoli che consentivano una collocazione univoca di tale figura geometrica rispetto alla superficie fisica. La rete di triangolazione nazionale costituiva la materializzazione del sistema geodetico Roma40 attribuendo a ciascun punto fisico sul territorio, e su cui era possibile collocare una strumentazione topografica, coordinate espresse rispetto ad un sistema curvilineo ortogonale (Figura 1a). Questo sistema geodetico ha costituito la base per la cartografia e per la determinazione di punti incogniti sul territorio fino al 2012 e tuttora non si può dire sia del tutto abbandonato. In quel sistema di riferimento, le coordinate di un punto collocato sul territorio nazionale (non soggetto a particolari criticità) erano da ritenersi stabili. A partire dal sistema geodetico Roma40 fu sviluppata la proiezione Cartografica Gauss-Boaga e dunque a ciascun punto della rete poteva essere associata sia una coordinata geografica Roma40 che una coordinata cartografica (Gauss-Boaga).

Nei primi anni '90 l'istituto Geografico Militare aggiornò l'infrastruttura geodetica nazionale introducendo anche un nuovo Datum Geodetico: l'ETRS89. La rete Geodetica nazionale venne aggiornata e integrata e rinominata in rete IGM95. La ragione principale di questo aggiornamento era attribuibile ai grandi benefici che una tecnica, allora moderna, di geodesia spaziale poteva portare a tutte le applicazioni territoriali: il sistema GPS. La rimisura completa della rete richiese anni di lavoro. Con questa nuova rideterminazione non si sancì il passaggio ad un nuovo sistema geodetico ma il nuovo sistema affiancò il precedente (Figura 1b).

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 1a – Rete geodetica nazionale del 1° ordine IGM83
Fonte: IGMI

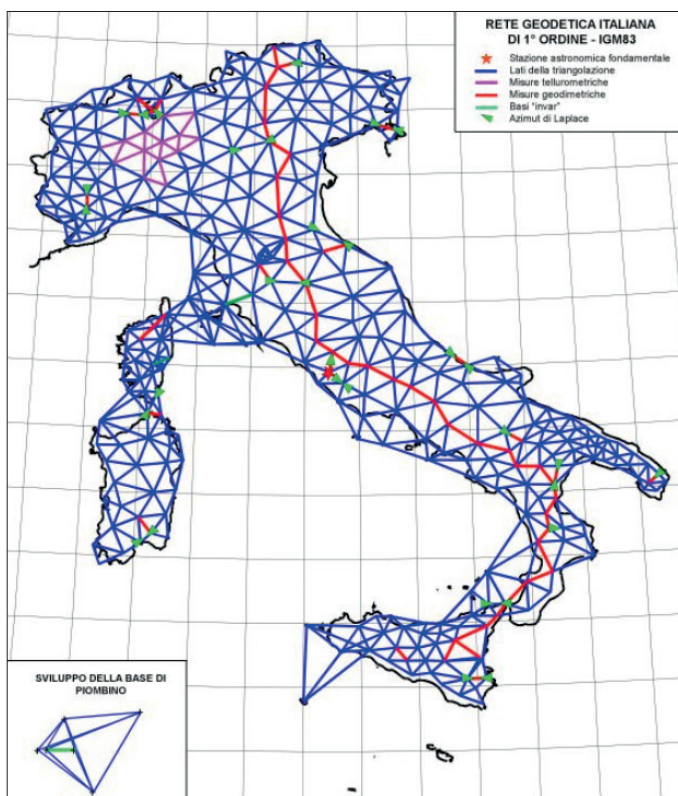
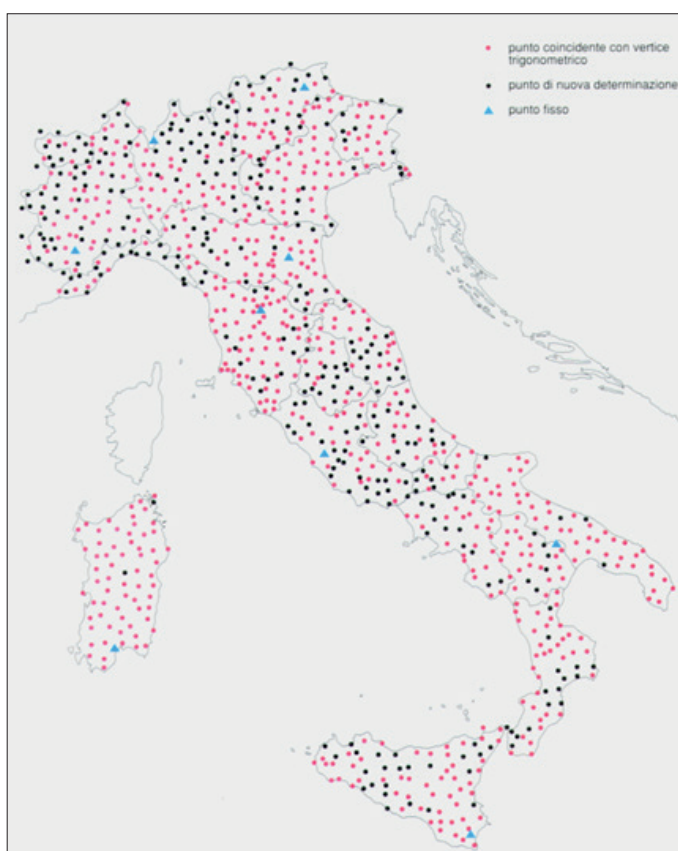



FIGURA 1b – Rete geodetica IGM95
Fonte: IGMI

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

2. L'evoluzione dei sistemi di posizionamento GNSS: dall'RTK ai servizi di posizionamento per il tempo reale

Parallelamente agli aggiornamenti delle infrastrutture geodetiche, attraverso il passaggio dalla rete trigonometrica fondamentale alla rete IGM95, anche i sistemi GPS si sono evoluti consentendo il raggiungimento di precisioni sempre più alte con tempi di stazionamento sempre più brevi. Le ragioni di questa evoluzione possono essere attribuibili a diversi fattori tra cui il miglioramento nella capacità di stimare i parametri ancillari necessari per il posizionamento (orbite, parametri atmosferici etc..), la nascita di nuove costellazioni (principalmente quella GLONASS[1]) e lo sviluppo di tecnologie e metodi per il posizionamento di precisione in tempo reale (RTK[2] e NRTK[3]). Quest'ultima in particolare ha costituito una svolta epocale soprattutto per tutte le applicazioni di natura tecnica.

Quando le condizioni operative lo consentono, l'approccio differenziato in tempo reale, noto con l'acronimo RTK, costituisce uno strumento particolarmente efficace. Tale tecnica si basa sulla ricezione in tempo reale da parte di un ricevitore geodetico (*Rover*) delle osservazioni di fase provenienti da una stazione GNSS[4] posta in acquisizione su un sito a coordinate note (*Master*). In realtà un qualsiasi ricevitore posto nell'intorno di una decina di chilometri dalla stazione Master, se è nelle condizioni di ricevere tali informazioni e avere una buona visibilità della costellazione, può stimare la propria posizione con accuratezza di qualche centimetro e nello stesso sistema di riferimento della stazione Master (Barbarella *et al.*, 2003, Gandolfi 2003). Questo metodo di posizionamento ha certamente permesso una grande diffusione dei sistemi di posizionamento in ambito tecnico in quanto non richiedeva elaborazioni a posteriori, aumentando di fatto l'efficienza e abbattendo di conseguenza i costi del rilievo. L'RTK però aveva un limite fisiologico. Affinché un operatore potesse eseguire un rilievo in tempo reale era necessario che un secondo ricevitore (e relativo operatore) occupasse un sito a coordinate note per l'intero lasso di tempo del rilievo. Da questo limite nel 2003 anche in Italia si iniziò a diffondere un nuovo metodo di rilievo non più basato sul concetto "baseline" tra Master e Rover ma sul concetto di "rete".

In termini molto semplificati, l'idea che si sviluppò rapidamente fu quella di realizzare una infrastruttura geodetica attiva basata su una rete di stazioni GNSS permanenti capace di erogare correzioni differenziali a chiunque si trovasse all'interno dell'area coperta dalla rete. La nascita di queste reti di stazioni permanenti per il posizionamento di precisione in tempo reale (NRTK) ha costituito una grande innovazione tecnologica in quanto con tale infrastruttura si poteva aumentare in modo significativo la produttività di ogni operatore dal momento che non era più necessario immobilizzare una stazione come riferimento raggiungendo comunque le precisione dell'RTK (Barbarella *et al.*, 2006, Barbarella *et al.*, 2007, Biagi *et al.*, 2007). Un singolo operatore, dotato di una strumentazione completa per i rilievi RTK era quindi nella condizione di poter utilizzare il proprio ricevitore autonomamente. D'altra parte però perdendo la possibilità di configurare la stazione di riferimento alle proprie esigenze, le coordinate nelle quali si stimavano le coordinate dei punti rilevati erano nel sistema di riferimento definito da chi gestiva il servizio di posizionamento in tempo reale. Questa particolarità deve essere considerata in generale positiva in quanto tutti gli utilizzatori dello stesso servizio ottenevano i propri rilievi nello stesso sistema di riferimento ma può costituire un aspetto delicato. Con questa ultima innovazione anche le reti classiche non furono più così fondamentali (se non per un utilizzo mediante strumentazione topografica classica o per rilievi in post-processing) in quanto era la rete di stazioni GNSS permanenti a "definire" il sistema di riferimento.

In Italia, tali reti si sono diffuse in modo non coordinato e attualmente sono presenti diverse realtà che coesistono. Esistono alcune ditte private che hanno realizzato reti a copertura quasi nazionale e associazioni, enti locali e società private che hanno realizzato reti prevalentemente ad estensione Regionale. Nonostante la scarsa sinergia e organizzazione attualmente il territorio italiano e quasi interamente coperto da servizi di questa natura.

1 Sistema di Posizionamento Globale Russo

2 RTK: Real Time Kinematic

3 NRTK: Network for Real time Kinematic

4 GNSS: Global Navigation Satellite Systems

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

3. L'aggiornamento del sistema di riferimento nazionale e dell'infrastruttura geodetica che lo realizza

A seguito di questo nuovo scenario anche IGM ha definito una Rete Geodetica dal nome Rete Dinamica Nazionale (RDN) basata su Stazioni GNSS permanenti (Figura 2). Tale rete, realizzata selezionando stazioni permanenti presenti sul territorio italiano, costituisce una nuova materializzazione "attiva" del sistema di riferimento nazionale che integra la rete preesistente, statica e passiva, e si configura formalmente come raffittimento della rete EPN[5]. Tale rete nasce anche come elemento di riferimento per un qualsiasi rilievo realizzato mediante tecnologia GNSS e in particolare costituisce la rete fondamentale per un corretto inquadramento di tutte le reti per il posizionamento di precisione in tempo reale.

Con l'adozione di tale rete come infrastruttura di riferimento è stato aggiornato anche il sistema geodetico (ETRS89 – ETRF2000 – epoca 2008.0). Si noti come in realtà il sistema di riferimento sia rimasto lo stesso definito con la rete IGM95 e solo la sua realizzazione è stata aggiornata. Ovviamente a questo aggiornamento sia dell'infrastruttura principale di riferimento sia del frame di riferimento sono seguite anche azioni di riallineamento dell'intera infrastruttura geodetica passiva preesistente (la rete IGM95).

FIGURA 2 – Rete Dinamica Nazionale

FONTE: IGM

4. Relazione tra rete geodetica nazionale e sistema di riferimento

Come anticipato precedentemente il passaggio dal sistema geodetico Roma40 al sistema ETRS89 è stato sostanzialmente imposto dalla grande diffusione delle tecnologie GNSS. Ovviamente il sistema di riferimento Roma40 fu costruito per rilievi con strumentazioni classiche (teodoliti e distanziometri, nonché per la parte altimetrica livelli) che per loro natura consentono misure di angoli e distanze indipendentemente dal sistema di riferimento utilizzato.

Con l'avvento del sistema GPS per la prima volta a livello mondiale ci si pose il problema concreto di un unico sistema di riferimento globale (WGS84[6]). Tale sistema di riferimento, nel giro di una decina d'anni venne abbandonato da chi si occupava di rilievi di precisione per adottare un nuovo sistema di riferimento denominato International Terrestrial Reference System (ITRS) frutto della combinazione delle soluzioni ottenute da più tecniche di geodesia spaziale (GPS, VLBI, SLR, Doris). La materializzazione di tale sistema di riferimento era costituita da quelle stazioni che lo determinarono e che anche tutt'ora continuano a mantenerlo. Tale gruppo di stazioni costituiscono *l'International Terrestrial Reference Frame*. Per ognuno dei punti di questa rete venne quindi associata una terna di coordinate e tre parametri di velocità (con matrice di varianza/cova-

5 EPN: Euref Permanent Network

6 WGS84: World Geodetic System 1984

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

rianza) e per la prima volta venne definito un sistema di riferimento dinamico. D'altra parte avere un unico sistema di riferimento globale stabile comporta il fatto che le coordinate di un qualsiasi punto appartenente ad una placca siano caratterizzate da una instabilità dovuta anche al movimento di placca oltre a eventuali fenomeni locali. In Figura 3 vengono mostrati i vettori di velocità media per i vertici della rete globale IGS nel sistema di riferimento ITRF2008. Per l'Italia, le velocità medie delle stazioni permanenti della Rete Dinamica Nazionale nel sistema ITRS sono di circa 2.5 cm/anno in direzione NE (Figura 4).

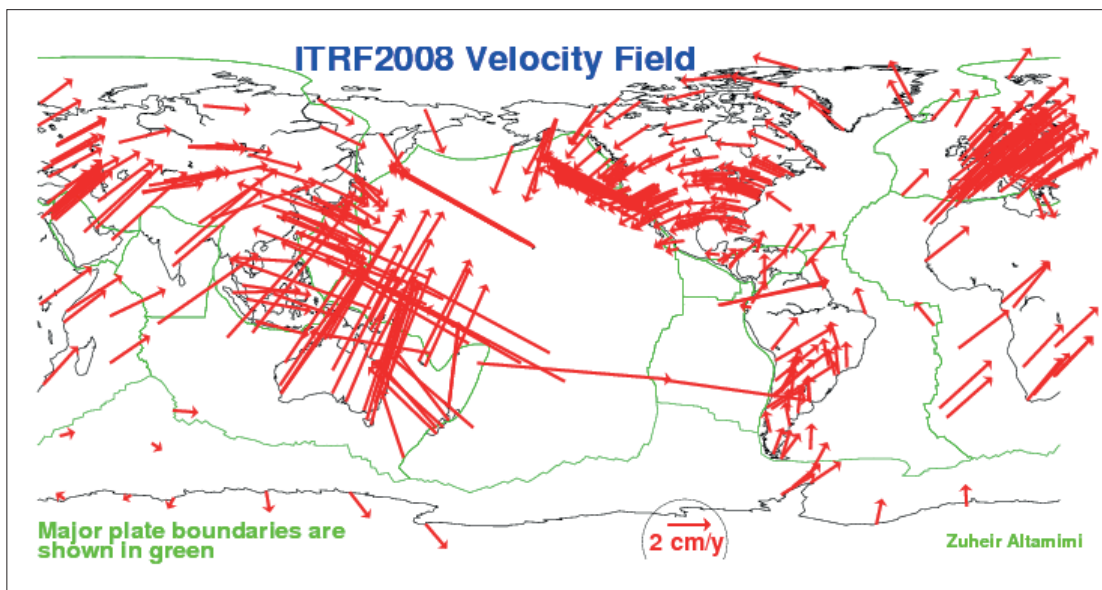



FIGURA 3
Vettori di velocità nel sistema ITRF2008
FONTE: http://itrf.ensg.ign.fr/ITRF_solutions/2008/ITRF2008.php

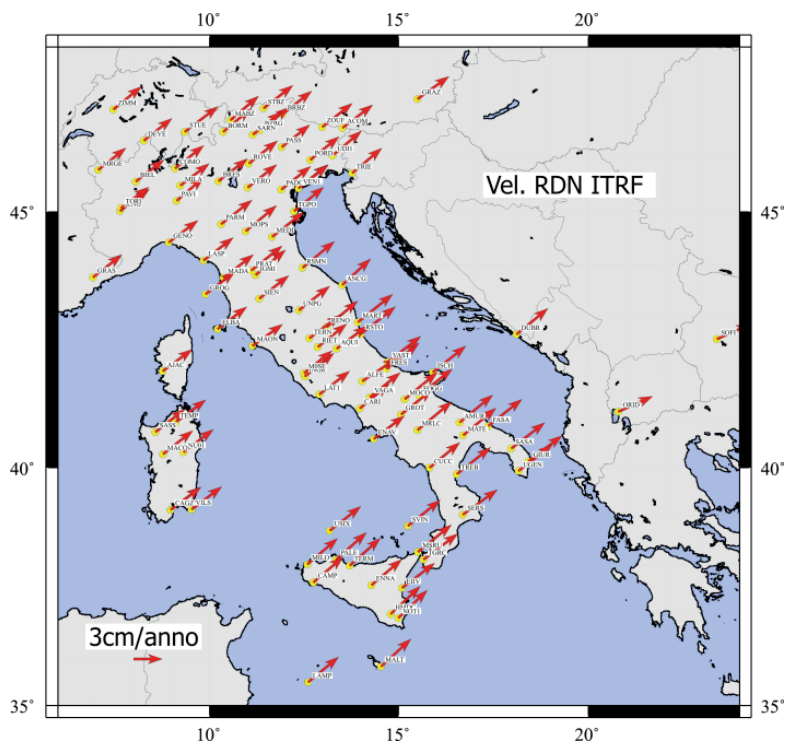



FIGURA 4 – Velocità medie delle stazioni della rete RDN nel sistema di riferimento ITRS

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Disporre di coordinate con questo livello di variabilità costituiva, e costituisce tutt'ora, una complicazione inutile per la maggior parte delle applicazioni. Questa complicazione è però imprescindibile se si considera l'utilizzo di tecniche di geodesia spaziale e comunque utile per la comprensione di certi fenomeni a livello globale. Ovviamente la soluzione più semplice, adottata ad esempio in Europa, verteva sulla possibilità di modellizzare il moto medio di placca (ad esempio mediante la stima di un polo di rotazione euleriano) e ridefinire un sistema di riferimento "intra-placca" a partire dal sistema di riferimento globale.

L'ETRS89 costituisce il sistema di riferimento intra-placca per l'Eurasia dove è stato quindi rimosso il moto medio della placca euroasiatica. Fu realizzato utilizzando tutti i punti della rete globale appartenenti alla "zona stabile dell'Eurasia". Il passaggio da ITRF*yy* a ETRF*yy* (comprendendo con tale acronimo le varie realizzazioni) può avvenire in diversi modi ma a livello istituzionale è consuetudine utilizzare parametri di trasformazione di

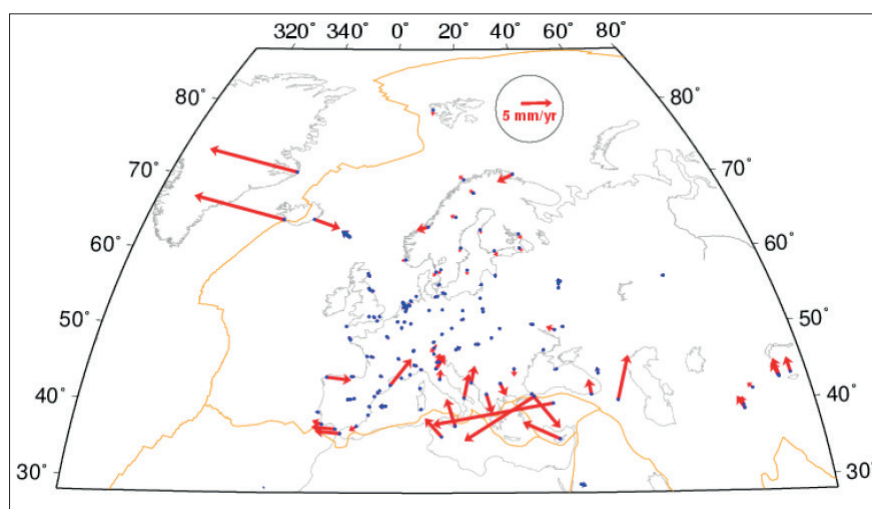



FIGURA 5 – Velocità medie nella zona dell'Eurasia rispetto al sistema di riferimento ETRS89
FONTE: Altamimi, 2012

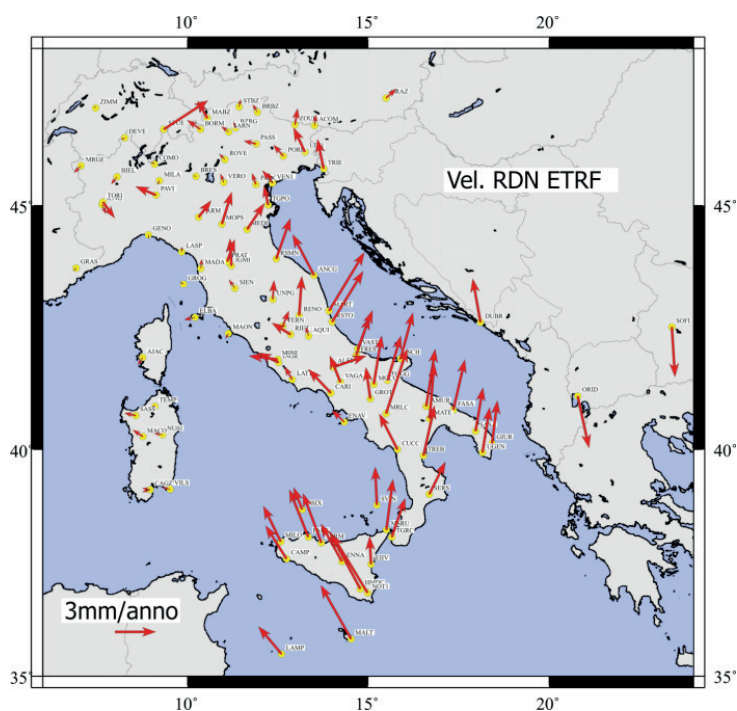



FIGURA 6 – Velocità residue della rete RDN nel sistema ETRS89

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 7 – Ricostruzione dei limiti delle principali placche tettoniche tra l'Eurasia e l'Africa
FONTE: Grünthal *et al.* 2004

similitudine ufficiali pubblicati sul portale di EUREF[7]. L'applicazione di tali parametri porta ad avere, nel sistema di riferimento ETRS89, velocità residue molto inferiori a quelle del sistema ITRS ma con alcune distinzioni. Per la parte stabile dell'Eurasia infatti le velocità residue sono realmente minime se non trascurabili, in altre aree e in particolare nella Fennonscandia, in Italia e in Grecia (che a livello tettonico non sono interamente appartenenti all'Eurasia), seppur le velocità residue si siano abbassate sensibilmente, rimangono comunque apprezzabili (Figura 5).

In figura 6 si riportano le velocità residue della rete RDN nel sistema di riferimento ETRS89 e in figura 7 una ricostruzione della zona di separazione tra la placca euroasiatica e quella africana. Mettendo in relazione i risultati mostrati in figura 6 con la figura 7 risulta evidente la ragione di un comportamento differente della zona nord dell'Italia rispetto alla zona sud. In particolare la costa adriatica e mostra velocità residue in direzione NE che raggiungono fino i 5mm/anno e la Sicilia invece presenta velocità residue di 4mm/anno in direzione N-NO. Da quanto mostrato risulta evidente come per la definizione del nuovo sistema di riferimento nazionale le coordinate dei punti si siano dovute riferire ad una particolare epoca 2008.0.

7 http://www.epncb.oma.be/_productsservices/coord_trans/

5. Considerazioni sulla situazione attuale

Da quanto detto finora la situazione concretizzatasi recentemente riallinea l'Italia con gli standard internazionali mediante una infrastruttura geodetica realizzata e materializzata dalla Rete Dinamica Nazionale e che costituisce un raffittimento di classe B della rete europea EPN. Si noti però che ufficialmente per l'Italia il sistema di riferimento è ETRS89-ETRF2000 definito all'epoca 2008.0 e dunque l'utilizzo di RDN non è di fatto obbligatorio. Certamente quando la rete RDN sarà allineata anche a livello operativo con gli standard internazionali allora costituirà un supporto utile per l'inquadramento di un qualsiasi rilievo o di una qualsiasi rete geodetica basata su tecnologia GNSS e proprio per questo l'Istituto Geografico Militare sta muovendosi affinché questo obbiettivo si possa raggiungere in tempi brevi. Attualmente il quadro non è ancora completo e il pieno utilizzo della rete è relativamente complicato.

D'altra parte la tecnologia è in continuo sviluppo e non è difficile pensare con il tempo si disporrà di stru-

 ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

menti sempre più precisi e accurati anche senza l'ausilio di vertici a coordinate note. Il concetto di "base GPS" non è già da oggi così sempre così ben definibile. Approcci quali il Precise Point Positioning (PPP) o le reti NRTK consentono posizionamenti con precisione centimetrica senza che vengano di fatto realizzate "basi GNSS" (Gandolfi *et al.*, 2005; Gandolfi 2009). Queste tecnologie consentono una precisione centimetrica rispetto ad un sistema di riferimento che per il PPP è quello definito dalle orbite satellitari (attualmente IGb08) mentre per le reti NRTK quello definito da chi eroga il servizio. Tale aspetto, se accoppiato con i continui sviluppi e aggiornamenti sia delle infrastrutture geodetiche che dei sistemi di riferimento porterà a un quadro relativamente complicato. Le coordinate di uno stesso punto infatti saranno destinate a cambiare per principalmente due ragioni: il cambiamento del sistema di riferimento e gli effetti di natura geodinamica (particolarmente evidenti nel sistema ITRS e decisamente inferiori ma comunque presenti anche nel sistema ETRS). Le coordinate di un punto cambieranno a prescindere dal fatto che il punto si sia realmente spostato o meglio spostato in modo relativo rispetto a punti collocati nelle sue vicinanze.

Al fine di poter gestire rilievi condotti in anni differenti sarà quindi sempre più necessario associare alle coordinate dei punti di stazione sia il sistema di riferimento che l'epoca nella quale è avvenuto il rilievo. La quarta dimensione "dovrà entrare" nel rilievo come parametro non ancillare ma come parte integrante al rilievo in modo tale da poter consentire una eventuale omogeneizzazione rilievi condotti in momenti diversi. Ovviamente tale aspetto è fondamentale se si lavora nel sistema geodetico internazionale e, almeno attualmente, un po' meno pregnante se si opera sul sistema Europeo o Nazionale per via delle velocità residue dell'ordine di qualche mm/anno. D'altra parte se l'ordine di grandezza di pochi millimetri all'anno sulle velocità residue sembra un problema più accademico che partico (e forse attualmente lo è ancora), in realtà non è difficile immaginare che in futuro possano nascere esigenze e/o applicazioni dove quell'ordine di grandezza diventi importante. Se così fosse allora l'epoca della misura diverrebbe importante anche quando i rilievi sono riferiti, o riportati, a sistemi di riferimento intraplacca come l'ETRS89. Viceversa se non si andasse in questa direzione allora si dovrebbe procedere, con cadenza che sarà dipendente dall'esigenza di precisione richiesta, ad un aggiornamento delle coordinate del sistema di riferimento e ad un conseguente riallineamento di tutti i prodotti relativi. Inoltre dovrebbero essere resi disponibili i parametri di trasformazione per riportare un rilievo condotto ad una determinata epoca all'epoca di interesse.

Nello scenario che si delineerebbe associando ad un qualsiasi rilievo le coordinate, l'errore sulla misura, il sistema di riferimento e l'epoca della misura, tutti gli aspetti di migrazione e aggiornamento cartografico sarebbero parte integrante di un processo di gestione del dato territoriale inglobato o nei software di gestione dati o in appositi applicativi per la trasformazione di coordinate. In questa ottica l'aspetto che diverrebbe fondamentale sarebbe la realizzazione di una infrastruttura geodetica continuamente monitorata in modo da disporre di coordinate a sua volta continuamente aggiornate rispetto al sistema di riferimento definito. Una infrastruttura gratuita e pienamente utilizzabile da chiunque abbia la necessità di posizionarsi in modo corretto sul territorio nazionale. Questo scenario non sarebbe nemmeno particolarmente innovativo ma attuerebbe, alla scala nazionale, quanto comunità internazionali stanno facendo già da diversi anni. L'IGS[8], mediante diversi centri di calcolo che operano autonomamente, parallelamente esegue un monitoraggio in continuo della *tracking network* globale che materializza il sistema di riferimento Globale (ora ITRS-IGb08). EUREF, con procedure di fatto analoghe all'IGS esegue il monitoraggio in continuo della rete EPN che si costituisce come un raffittimento locale della rete IGS che materializza il sistema di riferimento Globale e intraplacca (ETRS89-ETRF2000). Tutti questi centri offrono prodotti, servizi e dati in forma gratuita ed estremamente efficiente. In particolare essi offrono:

- dati RINEX[9] delle stazioni di riferimento,
- parametri ancillari per il calcolo (File di Calibrazione delle Antenne Geodetiche della rete, linee guida per il calcolo e l'inquadramento geodetico, log site files per ogni stazione con la cronologia dei cambiamenti

8 IGS: International GNSS service

9 RINEX (Receiver Independent Exchange Format): Formato Internazionale di archiviazione in formato ASCII di dati GNSS.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

o degli eventi che hanno caratterizzato la stazione dal momento della istituzione, etc.),
- file contenti coordinate e velocità (SINEX) di tutte le realizzazioni che si sono susseguite,
- parametri di trasformazione per passare da un Datum all'altro.

Operando in modo opportuno sarebbe quindi sempre possibile migrare con buona precisione e gestire rilievi eseguiti ad epoche diverse in sistemi di riferimento diversi. La condizione necessaria e sufficiente per una gestione corretta di questi dati sarebbe semplicemente quella di conoscere esattamente l'epoca della misura e il sistema di riferimento utilizzato per la stima. Il problema del "sistema di riferimento esatto" costituisce un aspetto delicato a tutte le scale. Nell'ipotesi di lavorare per "coordinate" allora chiunque eroga servizi dovrebbe garantire che il sistema di riferimento nel quale ci si posiziona sia esattamente quello dichiarato e tale considerazione dovrebbe essere recepita anche da chi eroga servizi per il posizionamento di precisione in tempo reale (reti NRTK). Inoltre tali informazioni dovrebbero essere sempre disponibili a chi utilizza queste infrastrutture (o comunque recuperabile non solo per il presente ma anche per il passato). In altri termini le reti di stazioni permanenti dovrebbero e potrebbero costituirsi come raffittimenti "attivi" di RDN.

Spostando l'attenzione su chi deve gestire queste informazioni ad esempio per l'aggiornamento della cartografia, per scopi di natura catastale, etc., la problematica sarebbe ovviamente quella di gestire i dati considerando più parametri di quelli attualmente in uso. Il dato geografico si costituirebbe sempre più come DB topografico e i metadati associati a ciascun rilievo dovrebbero mantenere in modo codificato tutte le informazioni necessarie per consentire un uso pieno del dato. L'accuratezza, l'epoca della misura, il sistema di riferimento, il metodo con cui il rilievo è stato eseguito metterebbero in condizione chi deve gestire tali dati di predisporre routine in grado di allineare diversi rilievi ottenuti con sistemi di riferimento diversi ad epoche diverse. Tutto questo renderebbe di fatto «trasparente» e interamente a carico dei software e di chi li deve gestire. Certamente le cose sarebbero inizialmente più complicate ma con il passare del tempo anche economicamente vantaggiose e geodeticamente corrette.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

GRÜNTHAL, G., STROMEYER, D. (1992): The recent crustal stress field in central Europe – Trajectories and finite-element modeling. Journal of Geophysical Research 97(B8), 11.805-11.820.

ALTAMIMI Z., 2012, ITRS, ETRS89, their relationship and realization, Euref Symposium Saint-Mandé, June 2012; available on internet: web: http://www.euref.eu/symposia/2012Paris/03-01-Altamimi.pdf.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., 2003a, GPS-RTK coupled with classical measurements for survey of fiducial cadastrial points: consideration and results, *Report on Geodesy (ISSN: 0867-3179)* – Italy, Bressanone, Italy 22-24 May 2003, pp. 135-144.

GANDOLFI S., 2003, Metodologie integrate GPS-RTK e/o classiche: rilievi di punti fiduciali catastali, *Bollettino SIFET (ISSN 1721-971X)*, 2003, 4, 53-77.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., RONCI E., 2006. The Use of a GNSS Test Network for Real Time Application in Italy: First Results Based on Regional Field Test, *ION GNSS 19th International Technical Meeting of the Satellite Division*, 26-29 September 2006, Fort Worth, TX, USA, 1226-1232.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., RONCI E., 2007, Precisione e accuratezza raggiunta in rilievi NRTK ripetuti, *Bollettino SIFET* (ISSN 1721-971X), 2007, 1, 27-44.

BIAGI L., CRESPI M., GANDOLFI S., MANZINO A., STOPPINI A., 2007, Esperimento RTK1: verifica delle prestazioni del posizionamento in tempo reale, *Un Libro Bianco sui servizi di posizionamento satellitare per l'e-government*, *Geomatics Workbook (ISSN: 1591-092X)*, Volume 7, ISSN 1591-092X, Biagi e Sansò editori, 109-120.

GANDOLFI S., GUSELLA L., MILANO M., 2005, Precise Point Positioning: studio sulle accuratezze e precisioni ottenibili, *Bollettino di Geodesia e Scienze Affini (ISSN 0006-6710)*, 4, 2005, 227-253.

GANDOLFI S., 2009, L'approccio non differenziato (Precise Point Positioning) nel calcolo di posizioni mediante sistemi GNSS, *Bollettino SIFET* (ISSN 1721-971X), 2009, 1, 121-137.

RDN

BARBARELLA M., GANDOLFI S., ZANUTTA A., CENNI N., 2007, Tecniche per l'inquadramento di reti di stazioni permanenti regionali per il posizionamento in tempo reale. *Atti del Convegno Nazionale SIFET* (ISBN 88-901939-4-8), 27-29 giugno 2007, Arezzo, pp. 52-59.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., ZANUTTA A., CENNI N., RICUCCI L., 2008, Confronto di codici di calcolo per l'inquadramento di reti di stazioni permanenti per il posizionamento in tempo reale, *Atti 12a Conferenza Nazionale ASITA* (ISBN 978-88-903132-1-9), L'Aquila,21-24 ottobre 2008, pp. 281-286.

BARBARELLA M., CENNI N., GANDOLFI S., RICUCCI L., ZANUTTA A., 2009, Technical and scientific aspects derived by the processing of GNSS networks using different approaches and software, *ION GNSS 22th International Technical Meeting of the Satellite Division*, 23-25 September 2009, Savannah, GA, USA, 2677-2688.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., RICUCCI L., 2010: Confronto degli spostamenti e velocità di una rete di stazioni permanenti ottenuta con due software di calcolo, *Atti 14a Conferenza Nazionale ASITA,* (ISBN 978-88-903132-5-7), Brescia, 9-12 novembre 2010, pp. 155-162.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., RICUCCI L., 2010, Esperienze di calcolo della Rete Dinamica Nazionale, *Bollettino SIFET* (ISSN 1721-971X), 2010, 2, 27-43.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., 2011, Confronto tra stima di parametri di posizione e velocità ottenuti da serie temporali continue o a blocchi, *Atti 15a Conferenza Nazionale ASITA,*

(ISBN 978-88-903132-5-7), 15-18 novembre, Reggia di Colorno (Parma), pp. 257-265.

BARBARELLA M., GANDOLFI S., RICUCCI L., ZANUTTA A. 2013 The new Italian geodetic reference network (RDN): a comparison of solutions using different software packages. *In: Report on the Symposium of the IAG Subcommission for Europe (EUREF)* held in Florence, Italy, 27-30 May 2009. EUREF, pp. 1-13.

IGS e EUREF

GANDOLFI S., 2008, Strutture per la definizione di sistemi di riferimento per il posizionamento in tempo reale di precisione GNSS, *Bollettino SIFET* (ISSN 1721-971X), 2008, 3, pp. 69-87.

GANDOLFI S., TAVASCI L., 2012, L'analisi di consistenza di archivi di reti di stazioni permanenti GNSS per la valutazione della qualità di un servizio di posizionamento in tempo reale: PAT-NET_GNSS, *Atti 16ª Conferenza Nazionale ASITA,* Fiera di Vicenza 6-9 novembre 2012 (ISBN 978-88-903132-5-7), pp. 717-722.

GANDOLFI S., POLUZZI L., 2012, Procedure automatiche per il monitoraggio quasi real time di reti di stazioni permanenti mediante approccio Precise Point Positioning, *Atti 16ª Conferenza Nazionale ASITA,* Fiera di Vicenza 6-9 novembre 2012 (ISBN 978-88-903132-5-7), pp. 723-728.

GANDOLFI S., TAVASCI L., 2013. Procedure per l'analisi di consistenza e qualità di archivi di reti di stazioni permanenti GNSS: applicazione alla nuova rete dinamica nazionale RDN. *Bollettino SIFET* (ISSN 1721-971X), 2013, 1, 55-66.

GANDOLFI S., POLUZZI L., 2013, Procedure Automatiche per il monitoraggio di reti di stazioni permanenti GNSS mediante approccio Precise Point Positioning. *Bollettino SIFET* (ISSN 1721-971X), 2013, 1, 41-53.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2015 (153), 63-68

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

DOI: 10.13137/2282-472X/11150

Nuovo Sistema Geodetico di Riferimento e geolocalizzazione: occorre un piano di impatto socio-economico!

New geodetic reference system and geolocation: national impact plan is needed

Mauro Salvemini

AMFM GIS Italia – mauro.salvemini@uniroma1.it

Riassunto

L'articolo inquadra la questione del nuovo sistema geodetico di riferimento descrivendo la evoluzione delle decisioni internazionali di carattere socio economico prese dagli organi preposti alla sua valutazione e proposizione quale l'ECOSOC e i gruppi di lavoro delle Nazioni Unite e propone di riflettere sull'impatto che a livello nazionale esso potrà avere anche in considerazione delle risorse umane ed economiche da investire per adottarlo. Si discute sull'impatto sulla geolocalizzazione e georeferenziazione e sui vincoli per prendere le adeguate decisioni per ottimizzare la utilità del nuovo sistema per i servizi ai cittadini.

Parole chiave

Sistema geodetico riferimento, georeferenziazione, geolocalizzazione, open data, dati spontanei, UNGGIM, EULF

Abstract

The article discusses the international resolutions taken by ECOSOC and UN related working groups with specific reference to the social and economic impact of them. Italian situation is addressed and discussed while author individuates the human and economic resources to be invested to make the new system sustainable within Italian topographic, cartographic and geo-information reality. The differences between geolocation and georeference are addressed and discussed aiming to highlight how the new reference system may be used to provide services to citizens.

Keywords

Geodetic reference system, geolocation, geo reference, open data, volunteered data, UNGGIM, EULF

La circostanza che l'ECOSOC[1] (http://www.un.org/en/ecosoc/index.shtml), su suggerimento del UN–GGIM[2] (http://ggim.un.org), agli inizi del dicembre 2014 abbia deciso di proporre alla assemblea generale delle Nazioni Unite una risoluzione circa il nuovo sistema globale di riferimento geodetico[3] è la dimostrazione che il tema è internazionalmente ed economicamente rilevante. Uso queste due aggettivazioni perché mi concentrerò su questi due aspetti nel prosieguo delle seguenti brevi riflessioni.

Qualche nota sull'attività delle Nazioni Unite a riguardo è necessaria poiché ho visto ben poco in Italia di pubblicato e di presentato in convegni in merito a UN-GGIM e relative attività.

Anni fa partecipai e promossi, come presidente di EUROGI (www.eurogi.org), la nascita della iniziativa UN-GGIM nell'ambito dell'ONU avviata intorno al 2009 dalla direzione generale di statistica delle Nazioni Unite sotto l'egida dell'ECOSOC.

Proprio l'ECOSOC oggi si avvale di quanto raccomandato da UN-GGIM circa il nuovo sistema geodetico di riferimento già presentato nell'ambito delle conferenze internazionali di cartografia, una per le americhe e l'altra per l'area asia-pacifico, che periodicamente si svolgono nell'ambito dell'ONU.

In qualità di observer, come presidente dell'associazione internazionale EUROGI, introdussi[4] per la prima volta la direttiva della UE INSPIRE nel contesto delle conferenze internazionali di cartografia. Supportato da due stati membri dell'UE, Germania e Finlandia, facemmo in modo che la infrastruttura di dati spaziali entrasse a far parte delle raccomandazioni prodotte dalla Conferenza Cartografica delle Americhe nel 2011. Tutto questo aiutò la formazione dell'UN-GGIM che ebbe grandi sostenitori nei funzionari dell'ONU compreso il settore cartografico interno, nella lungimiranza d'istituti cartografici nazionali soprattutto quello dell' Australia e della Gran Bretagna (il ben noto Ordnance Survey il cui direttore è oggi il co-responsabile del UN-GGIM) e nel consenso di svariate altre istituzioni.

Il focus della declaratoria che sostiene e promuove la risoluzione concernente il nuovo sistema geodetico è il riferimento al miglioramento del geo-posizionamento, ai benefici economici per le economie e l'ambiente degli stati membri.

A corredo del ragionamento più generale occorre notare che, a livello ONU, l'area cosiddetta AP (Asia e Pacifico) è molto attiva in questo settore e, tramite autorevoli e consistenti nazioni quali l'Australia, ha supportato molto l'iniziativa che ha trovato un valido supporto in esperti e associazioni internazionali ben radicate nella stessa area Asiatica e del Pacifico.

Quando a livello internazionale si parla di nuovo sistema geodetico, gli esempi citati sono proprio quelli relativi alla maggior precisione che si può ottenere nelle misurazioni geodetiche e topografiche alfine di intervenire e mitigare più efficacemente gli eventi catastrofici quali le inondazioni, i maremoti e i terremoti e il Sud dell'Asia (cfr. newsletter di Dicembre di UNGGIM)[5] viene generalmente scelto per i casi esemplificativi.

Entrando nel merito dell'argomento evidenzio che l'aspetto tecnico è certamente rilevante, ma occorrerebbe analizzare su quante e quali cartografie e dati digitali geografici esso influisce direttamente. La cartografia di vaste aree del nostro pianeta è prodotta alla scala geo-

---

1 Il Consiglio economico e sociale delle Nazioni Unite (anche ECOSOC) è l'organo delle Nazioni Unite con la competenza principale sulle relazioni e le questioni internazionali economiche, sociali, culturali, educative e sanitarie, e di coordinamento dell'attività economica e sociale delle Nazioni Unite e delle varie organizzazioni ad esse collegate. (fonte WIKIPEDIA, 2015) http://it.wikipedia.org/wiki/Consiglio_economico_e_sociale_delle_Nazioni_Unite

2 The United Nations initiative on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM) aims at playing a leading role in setting the agenda for the development of global geospatial information and to promote its use to address key global challenges. It provides a forum to liaise and coordinate among Member States, and between Member States and international organizations.

3 *The UN-GGIM recognised that there is a growing requirement for more accurate measuring of the changing planet, with a potential of enormous economic benefits on countries' economies and environments. As no single country can maintain the GGRF alone, the Committee of Experts is considering how to enhance intergovernmental co-operation, which will lead to geospatial data interoperability.*

4 Documento disponibile : http://unstats.un.org/unsd/geoinfo/RCC/docs/rcca9/ip/9th_UNRCCA_econf.99_IP12.pdf

5 Documento disponibile a : http://ggim.un.org/docs/141203_UN%20GGIM_LR.pdf

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

grafica ben lontana dal permettere di apprezzare la differenza di posizionamento generata dalla applicazione del nuovo sistema geodetico. In molte zone, anche densamente abitate, le così dette carte alle scale di dettaglio mancano ed è spesso per questo che mitigare gli effetti dei disastri naturali, una volta avvenuti, risulta difficile e spesso impossibile. Ad esempio nel disastro di Haiti la comunità internazionale scoprì l'assenza di una mappa della zona colpita dal sisma e solo l'intervento dell'iniziativa volontaria Open Street Map portò dati utili nel giro di poco tempo. Ritornerò su questo argomento al termine dell'articolo nel commentare una risoluzione ad opera del capitolo europeo[6] di UN-GGIM appunto il gruppo UN-GGIM- Europe che critica e sanziona i dati prodotti spontaneamente.

Dal punto di vista tecnico è inconfutabile che dovendo procedere ad un rilievo per la prima volta, circostanza appunto molto spesso presente in aree al di fuori dei paesi sviluppati, è necessario eseguire tale rilievi con i sistemi aggiornati di georeferenziazione. Si dovrà certamente considerare il sistema già in uso nella nazione oggetto del rilievo, ma la questione è facilmente superabile o integrabile all'interno del processo di rilievo e cartografico.

Per un paese sviluppato ritengo che sia di utilità concentrarsi su una visione complessiva, quando ci si appresta all'adozione di un nuovo standard di georeferenziazione, e sulla opportunità economica che lo stesso ECOSOC, supportato da UNGGIM evidenzia, "*with a potential of enormous economic benefits on countries' economies and environments*". Anche se non esiste, a livello internazionale, un'analisi dettagliata di questi benefici economici alla quale riferirsi ritengo che si possano individuare tre principali tipologie di benefici:

- benefici derivanti dal porre in essere e rispettare accordi internazionali e dalla messa in comune delle risorse da parte dei paesi che, partecipando alla messa a punto del sistema e dei necessari rilievi, collaborano tra loro ponendo a fattore comune esperienze e dati. Questi sono benefici che ogni singolo Stato gestisce al suo interno e nell'ambito delle alleanze delle quali fa parte definendo quanto necessario per contribuire alla iniziativa internazionale;

- benefici collegati alla operatività, qualità, efficacia ed efficienza delle applicazioni di un tale nuovo sistema realizzate dallo Stato, dalle amministrazioni pubbliche e dai soggetti privati. Questi benefici sono direttamente dipendenti dalla qualità e dalla tipologia del sistema che viene posto in essere dallo Stato e dai suoi enti e da come queste migliorate caratteristiche della geo-referenziazione possono essere proficuamente utilizzate. È palese, ad esempio, che in assenza di un sistema di regimentazione delle acque è superfluo conoscere con la maggiore esattezza di qualche millimetro o centimetro la posizione dei punti sul terreno. È altrettanto vero che è necessario, in presenza di accurati ed efficienti sistemi cartografici multiscala e transfrontalieri, la conoscenza delle coordinate dei punti con maggiore dettaglio e in uno standard internazionale condiviso. Anche le iniziative dei privati sono all'interno dello stesso schema di valutazione dei benefici. Per il settore cartografico in paesi meno sviluppati il settore privato opera in modo assolutamente diverso che in paesi sviluppati: i servizi offerti sono diversi e le modalità di offerta e qualità del servizio, basato sulla geo-localizzazione, varia in funzione della situazione contingente economica e sociale. È quindi fondamentale, in ciascuno Stato che voglia confrontarsi con questa innovazione tecnologica, capire quanto il settore privato della produzione e dei servizi potrebbe avvantaggiarsi dalla utilizzazione di tale nuovo sistema di georeferenziazione;

- benefici assoluti derivanti dalla migliore conoscenza del nostro pianeta e quindi dalle opportunità offerte da tale conoscenza a tutta la società globale sia nelle sue componenti scientifiche che sociali ed economiche. Anche tali benefici dovrebbero essere accuratamente considerati perché potrebbero essere rilevanti nell'ambito di quello che oggi viene definito la "*citizen science*" del quale la georeferenziazione è un elemento da non trascurare considerando quanto stanno aumentando i dati cartografici prodotti

6 UN-GGIM si è organizzato in sezioni che coprono le varie regioni del pianeta e per l'Europa si è formato UN-GGIM Europe http://un-ggim-europe.org/content/about

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

dai cittadini (dati geografici spontanei/ *volunteered data* e dati aperti/*open data*) e la loro utilizzazione.

Le tre categorie sovraesposte non rappresentano a mio parere completamente i benefici complessivi, ma sono sufficienti a dimostrare la necessità di prendere in seria considerazione un approfondito esame della adozione nazionale del nuovo sistema di riferimento geodetico. Esistono, ad esempio, benefici che direttamente vanno a vantaggio di coloro i quali sono i depositari e artefici delle tecnologie legate al nuovo sistema di riferimento. Quali sono queste tecnologie? Di chi sono e chi sta investendo su di esse? Che cosa sarà richiesto nel passaggio al nuovo sistema e da chi tali tecnologie dovranno essere acquistate? È ovvio che esistono Stati e comunità economiche che stanno prestando più attenzione di altri a questi aspetti. Questi stessi soggetti, nel momento nel quale il nuovo sistema verrà adottato, saranno pronti ad offrire soluzioni adeguate realizzando benefici imprenditoriali. Uno Stato sviluppato dovrebbe considerare anche questi aspetti? A mio parere sì.

Esiste una profonda distinzione tra geolocalizzazione e georeferenziazione. La prima indica il luogo dove è posizionata l'attività o l'oggetto, essa è basata su contenuti semantici, iconici e pittorici e non necessariamente deve contenere coordinate geografiche può infatti spesso fare riferimento a costituenti dello spazio e ad attributi alfanumerici più o meno dettagliati. La georeferenziazione definisce e usa le coordinate dell'oggetto al quale si riferisce. Il contenuto semantico è riferito all'oggetto che deve quindi essere topologicamente definito e opportunamente modellizzato attraverso i suoi dati descrittivi. Gli abitanti dei luoghi fanno grande uso della geolocalizzazione, dalle indicazioni stradali alla fruizione dello spazio, alla comunicazione attraverso il linguaggio così come i tecnici e le amministrazioni fanno grande uso della georeferanzazione per gestire il territorio, per costruire infrastrutture, offrire servizi e non ultimo gestire imposizioni e tasse.

Risulta però altrettanto vero che la pubblica amministrazione fa grande uso di geolocalizzazione (si pensi all'indirizzo toponomastico sugli atti e sui documneti). Sinora le due attività e relative soluzioni tecniche (ad esempio quella toponomastica e quella del rilievo di campagna o catastale) sono state separate generando data base diversi e tutto quanto ne può conseguire. Esiste oggi un aspetto innovativo che è necessario considerare nell'analizzare cosa sta accadendo per i dati geografici: la georefenziazione non può essere più considerata disgiunta dalla geolocalizzazione quale elemento di utilizzazione delle informazioni geografiche per la produzione e distribuzione di servizi ai cittadini e realizzazione dell'*e-government.* Di questo parere è la EC che con la iniziativa *European Union Location Framework (EULF)*[7] ha indicato un chiaro obiettivo per le amministrazioni pubbliche europee. *The objective of this action [EULF nda] is to test the concept of a European Union Location Framework (EULF), an EU-wide, cross-sector interoperability framework for the exchange and sharing of location data and services.*

I servizi prodotti dalle pubbliche amministrazioni hanno influito e costringono le stesse amministrazioni a considerare e verificare che il soddisfacimento delle necessità dei cittadini debba essere portata a compimento con la più efficace geolocalizzazione basata sulla più efficiente georeferenziazione.

La situazione attuale dell'ampia e variegata utilizzazione di informazione geografica da parte della società contemporanea, le iniziative internazionali ed europee, gli sviluppi attesi nella tecnologia e nei servizi e quanto sopra brevemente descritto sui benefici ottenibili, rendono necessario che, in ogni Stato, si metta a punto un piano nazionale di impatto socio-economico e tecnico per la utilizzazione del nuovo sistema geodetico di riferimento.

Ipotizzando che questa raccomandazione e invito sia preso in seria considerazione in Italia da chi ne ha l'autorità, posso esprimere alcuni punti di vista su quali aspetti ritengo debbano essere considerati con particolare attenzione.

È ampiamente riconosciuto che la società contemporanea richiede e utilizza sempre di più dati geografici e prodotti basati su di essi. Si è contemporaneamente ampliato il panorama dei dati geografici a disposizione degli utenti che vengono distinti in: dati ufficiali (anche definiti come dati di autorità), dati privati e dati spontanei.

I dati ufficiali e privati si spiegano da soli anche se differenziando il concetto di autorità (in inglese *authorati-*

7 http://ec.europa.eu/isa/actions/02-interoperability-architecture/2-13action_en.htm

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

ve data utilizzato spesse volte da EUROGEOGRAPHICS)[8] da quello di ufficialità, soprattutto in Italia, si apre la questione di quali dei dati distribuiti da enti pubblici (le autorità appunto) siano ufficialmente utilizzabili.

Quelli spontanei necessitano di qualche commento. Essi sono quelli prodotti dai singoli, spesso organizzati in comunità come OpenStreet Map, che pubblicano su web (quindi solo in digitale) informazioni di base cartografiche e/o attributi georiferiti. Il fenomeno è crescente e molto interessante: alcuni Stati sviluppati hanno messo a punto sistemi di utilizzazione e interfaccia con questi dati alfine di dotare quelli ufficiali di attributi e/o eseguirne l'aggiornamento.

Il piano di impatto della utilizzazione del nuovo sistema geodetico non può prescindere dalla considerazione che i sopraelencati tipi di dati geografici andranno ad essere influenzati dal sistema di riferimento e con loro i servizi connessi che, come è noto, ne rappresentano la importante opportunità economica. Su quest'aspetto non mi soffermo anche se è palese che ogni considerazione sui dati geografici e il loro impatto deve passare attraverso una attenta valutazione dei servizi che su di essi si basano e che vengono offerti da entità pubbliche e private ai cittadini.

La visione globale dell'uso di dati digitali geografici è anche da prendere in seria considerazione nello studiare l'impatto del nuovo sistema geodetico.

L'OECD[9] nelle recenti raccomandazioni sul governo digitale[10] ha espresso un concetto che dovrebbe essere alla base delle considerazioni da svolgere nell'auspicato studio di impatto: "*La sfida non è quella di introdurre tecnologie digitali nelle pubbliche amministrazioni. È quello di integrare il loro uso all'interno del processo di modernizzazione*". Considerato che la utilizzazione del nuovo sistema di riferimento influisce sui dati geografici ufficiali che, in Italia, ancora soffrono di ritardi e malfunzionamenti, non applicare la raccomandazione del OECD sembra inopportuno e dannoso.

Ritengo che la introduzione del nuovo sistema geodetico di riferimento sia una opportunità, ma il come coglierla deve essere messo a punto e pianificato adeguatamente. Ho considerato in queste brevi note, anche se non approfonditamente, i benefici, ma dovranno essere trattati anche gli aspetti riferiti alla *digital economy*, quelli ai servizi ai cittadini, alla amministrazione digitale e infine, ma non certo in ordine di priorità, ai conti economici reali relativi all'introduzione e uso di tale nuovo sistema.

A proposito delle risorse finanziarie ritengo di citare lo statement n. 122 del Gruppo di lavoro n. 3 del UN-GGIM Europa riportato in nota[11]. Lo cito perché intendo interpretarlo in positivo e ritengo che il successo della reale e proficua utilizzazione dei dati digitali e quindi anche dei progressi tecnologici, quale il Sistema Geodetico di Riferimento, debbano essere visti da un punto di vista più ampio puntando al reale soddisfacimento dei bisogni dei cittadini attraverso servizi basati sulla geolocalizzazione e non solamente puntando a finanziamenti per la realizzazione di soluzioni tecniche delle quali non è certo l'impatto socio economico e/o il costo della diffusa applicazione.

Il solo puntare a fondi conferiti da enti sovra ordinati nazionali o europei per mettere a punto nuovi sistemi di riferimento o per produrre dati geografici non garantisce il progresso verso una società in grado di utilizzare proficuamente la geolocalizzazione né tanto meno è ra-

8 http://www.eurogeographics.org, l'Italia fa parte di tale organizzazione con due dei sei suoi organi cartografici dello Stato.

9 L'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) (in inglese Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); è un'organizzazione internazionale di studi economici per i paesi membri, paesi sviluppati aventi in comune un sistema di governo di tipo democratico e un'economia di mercato. L'organizzazione svolge prevalentemente un ruolo di assemblea consultiva che consente un'occasione di confronto delle esperienze politiche, per la risoluzione dei problemi comuni, l'identificazione di pratiche commerciali e il coordinamento delle politiche locali e internazionali dei paesi membri. (http://it.wikipedia.org/wiki/Organizzazione_per_la_cooperazione_e_lo_sviluppo_economico) Wikipedia 2015

10 Documento: http://www.oecd.org/gov/public-innovation/recommendation-on-digital-government-strategies.htm

11 *122 - The production of core data only on a voluntary basis, with no financial incentive, is unlikely to work; nothing will happen. Therefore using an incentive financial mechanism is probably the only way to ensure that core data are produced in all countries.Some Europeanincentive mechanism already exist in Europe, but those most relevant achieving sustainable comprehensive data access arrangements for core data will have to be identified and put in place.*

Documento: http://ggim.un.org/docs/meetings/GGIM4/E-C20-2014-14%20Report%20of%20Regional%20Entities.pdf

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

gionevole che la pubblica amministrazione, considerati gli sviluppi delle *digital society*, consideri rigidamente che gli unici dati geografici utili a fornire servizi ai cittadini siano quelli emessi solo da soggetti ufficiali.

Il complesso processo legato agli open-data, ai dati spontaneamente forniti dai cittadini, alle più varie utilizzazioni offerte dal pubblico e dal privato, alla *digital economy* e alla *digital society* insieme alle opportunità economiche non può essere disatteso quando si opera nel settore dei dati geografici, dei loro riferimenti, della produzione e della utilizzazione. Se non si considera la complessità del processo e non si punta ad una soluzione integrata orientata al futuro si perde un'altra volta, in Italia, una ottima occasione.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2015 (153), 69-78

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

DOI: 10.13137/2282-472X/11151

Integrazione tra infrastrutture geografiche e reti di stazioni permanenti delle regioni

Integration of geographical infrastructure and regional permanent stations networks

Domenico Longhi

CPSG, CISIS, Regione Abruzzo – domenico.longhi@regione.abruzzo.it

Riassunto

L'impegno delle Regioni e Provincie Autonome nella realizzazione e gestione di reti NRTK, nonché il loro contribuito alla realizzazione e al monitoraggio della rete RDN, è finalizzato alla realizzazione di un sistema di Open Services in ambito geodetico.
Tale sistema può costituire uno degli elementi della Infrastruttura Geodetica Nazionale, che, secondo le Regioni e Province Autonome, può realizzarsi come struttura di tipo federativo basata sulla cooperazione inter-istituzionale tra tutti i soggetti pubblici coinvolti (IGM, Agenzia delle Entrate, Regioni/CISIS, AGID) con il supporto scientifico delle Università.
Il quadro di riferimento tecnologico in cui realizzare tale sistema federato dovrà essere fondato sugli standard europei e nazionali: Sistema di riferimento terrestre europeo EUREF, Direttiva INSPIRE, Sistema Pubblico di Connettività, sistema di Interoperabilità e Cooperazione Applicativa, Codice dell'Amministrazione Digitale, inoltre dovrà inserirsi negli interventi per l'attuazione delle Agende Digitali ai vari livelli.

Parole chiave

RDN (Rete Dinamica Nazionale), NRTK (Reti in tempo reale cinematico), sistemi geodetici, EUREF (European Reference Frame), INSPIRE (Direttiva 2007/2/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 marzo 2007), Agende Digitali

Abstract

In order to create an Open Services System in geodetics, Regions and Autonomous Provinces are making efforts in implementing and managing NRTK and in building and monitoring the National Dynamic Network (RDN).
This Open Services System may be one of the components of the National Geodetics Infrastructure. According to Regions and Autonomous Provinces, the National Geodetics Infrastructure ought to have a federative structure, based on cooperation between IGM, Revenue Agency, Regions/CISIS, AGID and Universities.
This federate system should be based on National and European technological standards like EUREF, INSPIRE Directive, Public Connectivity System, Interoperability and Application Cooperation System, Digital Administration Code and should fit into interventions for accomplishment of Digital Agenda at all levels.

Keywords

RDN (National Dynamic Network), NRTK (Network Real Time Kinematic), Geodetic System, EUREF (European Reference Frame), INSPIRE (Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007), Digital Agenda

Il Network di Reti Dinamiche Regionali

All'inizio del XXI secolo le Regioni e Province Autonome, sulla scorta delle esperienze delle attività relative all'Intesa Stato-Regioni-Enti Locali per la realizzazione dei sistemi informativi geografici di interesse generale (Accordo 1998), hanno realizzato alcune reti locali di stazioni permanenti GPS/GNSS finalizzate a ridurre i costi sia degli operatori nel settore "rilevamento sul terreno" sia quelli per l'aggiornamento dei dati topografici rilevati.

Dopo le prime realizzazioni (Lombardia, Umbria, Abruzzo) si è sentita l'esigenza di coordinare tali iniziative regionali al fine di standardizzarne le modalità realizzative e di gestione.

Per questo motivo nel 2007 il CPSG (Comitato Permanente sui Sistemi Geografici) del CISIS (Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici e statistici), organismo tecnico della Conferenza delle Regioni, ha avviato una serie di ricerche applicate in ambito geodetico (Barbarella, Radicioni, Sansò ed., 2009).

L'attuale consistenza di queste infrastrutture è riassunta nella figura 1. Come si può notare, ad oggi sono state realizzate 15 Reti di Stazioni Dinamiche Regionali: Abruzzo, Calabria, Campania, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Liguria, Lombardia, Molise, Piemonte, Puglia, Veneto, Umbria, P.A. Bolzano e P.A. Trento e Valle d'Aosta. Altre due reti sono state realizzate in collaborazione tra le Regioni e i locali Collegi dei Geometri (Emilia Romagna e Toscana). Restano ancora da realizzare le infrastrutture nei territori delle Regioni Basilicata, Marche, Sardegna e Sicilia.

Tutte queste reti forniscono un servizio gratuito fruibile tramite i rispettivi portali internet (Figura 2). È da segnalare che attualmente la rete della Regione Lombardia è in fase di ristrutturazione e a breve sarà nuovamente operativa congiuntamente a quella della Regione Piemonte, in quello che può essere considerato il primo esempio di "cluster" di una infrastruttura federata di reti NRTK.

La realizzazione di queste infrastrutture, il cui quadro di unione è illustrato nella Figura 3, è avvenuta in

FIGURA 1 – Il network delle reti dinamiche delle regioni e province autonome

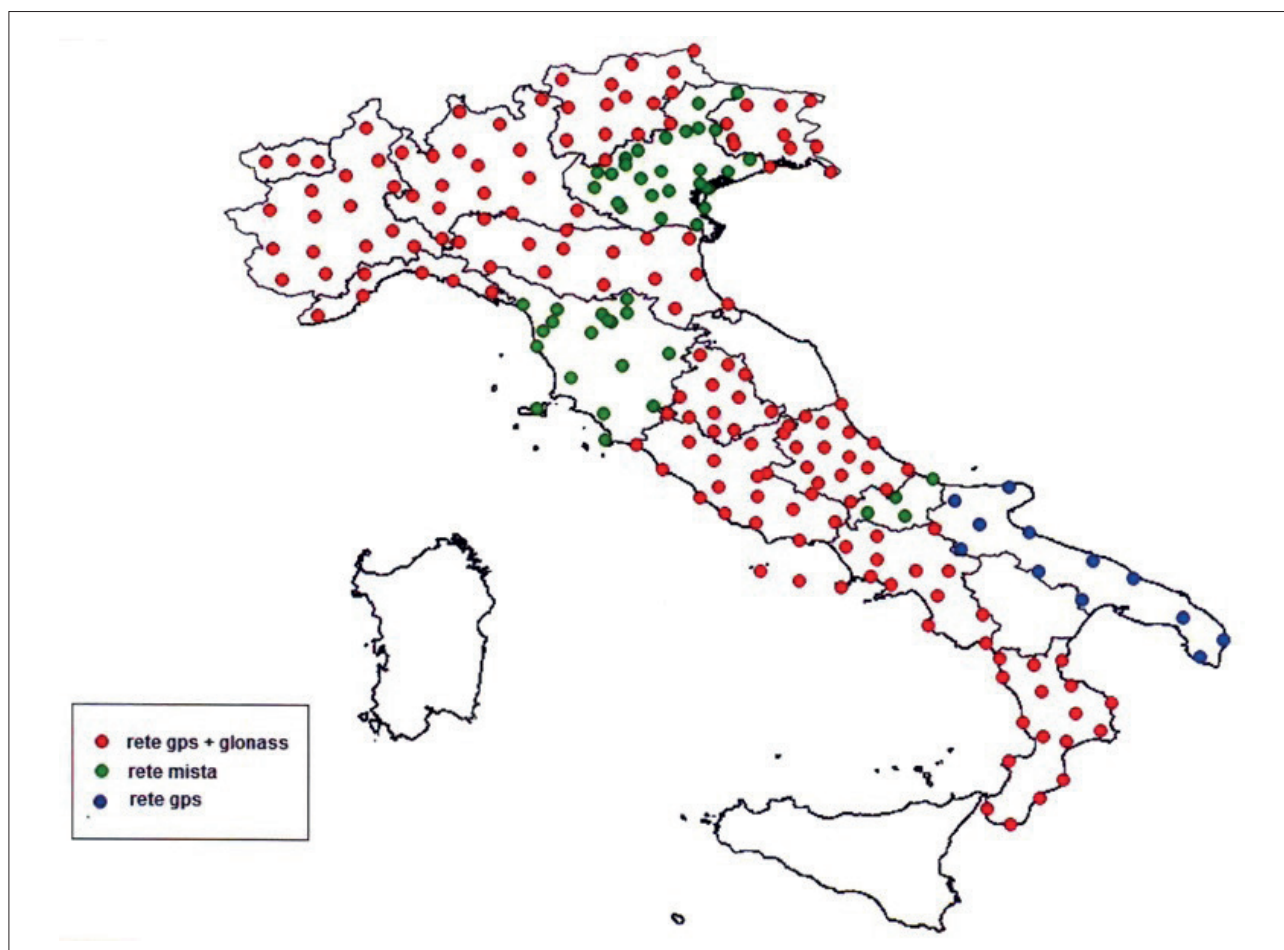
ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 2 – I portali dei servizi geodetici delle regioni e province autonome (per l'elenco dei portali internet vedasi paragrafo sitografia)

un contesto che ha visto le Regioni e Province Autonome attivare un percorso caratterizzato, oltre che da un costante impegno professionale delle strutture regionali, dal reperimento delle risorse necessarie per la loro realizzazione e per la loro gestione, nonché dall'attuazione di modalità innovative di cooperazione interistituzionale, come nel caso della integrazione delle infrastruttura delle Regioni Piemonte e Lombardia[1]. Tali realizzazioni sono state possibili anche grazie alle attività di ricerca e sperimentazione che hanno coinvolto moltissime Università e Centri di Ricerca, contribuendo

1 Accordo tra la Regione Lombardia e la Regione Piemonte per la gestione congiunta delle due infrastrutture NRTK.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 3 – La consistenza delle reti di stazioni GPS/GNSS delle Regioni e P.A.

così a realizzare una rete di sistemi di conoscenza a livello interregionale.

L'integrazione delle reti di stazioni permanenti nelle Infrastrutture Dati Territoriali

Le infrastrutture precedentemente illustrate sono state realizzate in coerenza con gli indirizzi scientifici e tecnici della "*Rete fondamentale europea EUREF*", della "*Direttiva CE INSPIRE*" e del "Codice dell'Amministrazione Digitale". Inoltre, le Regioni e Province autonome, hanno contribuito alla realizzazione e al mantenimento della "*Rete Dinamica Nazionale*" (Figura 4), proposta dall'Istituto Geografico Militare, attraverso la fattiva collaborazione di alcune Università (Bologna, Padova, Politecnico di Milano e associati), tramite il ricalcolo indipendente con più software al fine di garantirne l'accettazione, quale rete di raffittimento della rete europea, da parte di EUREF.

Tutte queste esperienze hanno portato le Regioni, nell'ambito del Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle pubbliche amministrazioni, istituito ai sensi dell'art. 59 del Codice dell'Amministrazione Digitale (D.Lgs. 7 marzo 2005, N. 82 e ss.m.ii.), a partecipare fattivamente alle attività del Gruppo di Lavoro "Reti e stazioni GPS".

Il risultato delle attività è riportato nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 novembre 2011 "Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27.2.2012 (DPCM n.48).

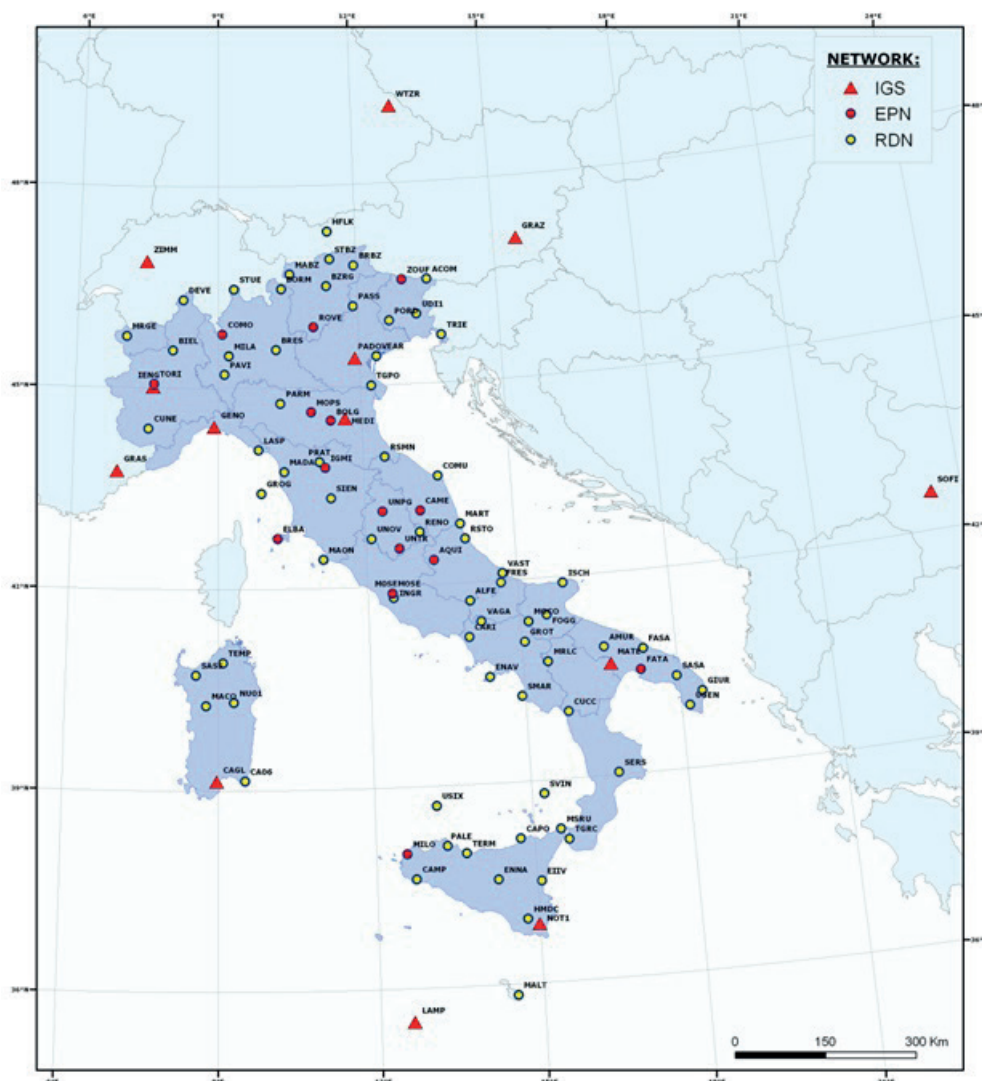
ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Le attività delle Regioni proseguiranno ulteriormente al fine di poter integrare, con uno "*schema di tipo federato*", le diverse reti NRTK delle Regioni e Province Autonome in una "*Infrastruttura Geodetica Nazionale*". Integrazione che dovrà avvenire nel rispetto di quanto previsto dal Codice dell'Amministrazione Digitale e del Sistema Pubblico di connettività.

L'Infrastruttura Geodetica Nazione

L'Infrastruttura Geodetica Nazionale potrà essere realizzata attraverso l'adozione di una architettura software di tipo aperto capace di attuare l'interoperabilità applicativa fra i sistemi informativi di gestione delle varie reti regionali e nazionali.

Figura 4 – Rete Dinamica Nazionale all'impianto (2008)
(in BARBARELLA, CAPORALI, LONGHI, SANSÒ, *Il sistema di riferimento geodetico italiano: un esempio di collaborazione tra CISIS, Università, IGM*, Atti ASITA 2011)

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Ciò sarà possibile attraverso il dispiegamento di un framework tecnologico, denominato Sistema Pubblico di Cooperazione (SPCoop).

Tale framework, come si vede in Figura 5, oltre a tutta una serie di strumenti informatici, necessita anche della sottoscrizione di un vero e proprio "Accordo di Servizio" che disciplini l'integrazione sia dei dati che dei procedimenti amministrativi (Progetto ICAR, 2010).

Tramite l'adozione di tale approccio sarà possibile realizzare quella che è stata definita "*Infrastruttura Geodetica Nazionale*", che potrà garantire agli utenti (cittadini, professionisti, operatori della P.A. ...) di disporre di tutti i servizi delle P.A., centrali e locali, in modo indifferente dal canale di erogazione del servizio. Ciò permetterà l'integrazione del patrimonio informativo della pubblica amministrazione in un'ottica di accesso gratuito ai servizi ("*open services*") e ai dati ("*open data*").

Lo schema logico di una tale infrastruttura può essere sintetizzata come in figura 6.

Un'infrastruttura quale quella prospettata risulta perfettamente realizzabile dal punto di vista "informatico". È da rilevare che esistono alcune "condizioni" da dover ancora da verificare e approfondire, in particolare:

- uniformità dei servizi forniti (in conseguenza della progressiva realizzazione delle infrastrutture avvenuta nell'ultimo decennio per rispondere alle diverse esigenze dei territori);
- necessità di garantire un'interconnessione con le reti delle Regioni limitrofe; a tale proposito si segnala il caso, già ricordato, del servizio fornito dalla Regione Piemonte, che, oltre a gestire anche le stazioni inizialmente predisposte dalla Regione Lombardia, integra anche i segnali provenienti dalle stazioni delle reti della Regione Liguria, e quello della Regione Abruzzo e delle due Province Autonome di Bolzano e Trento, che integrano anche alcune stazioni di rete posizionate nelle immediate adiacenze dei territorio regionali;

FIGURA 5 – Il framework tecnologico "SPCoop" e il "Sistema pubblico di connettività" (Progetto ICAR – CISIS/CPSI 2010)

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

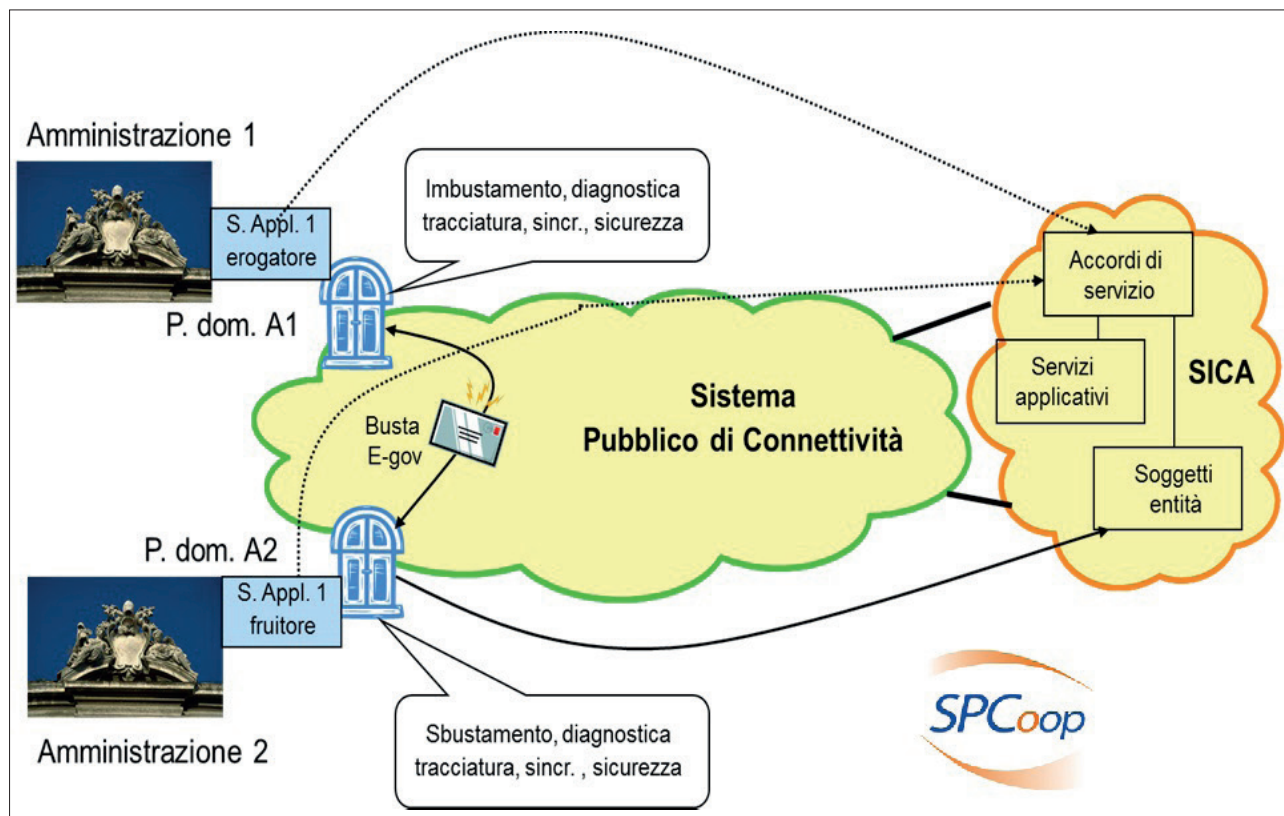
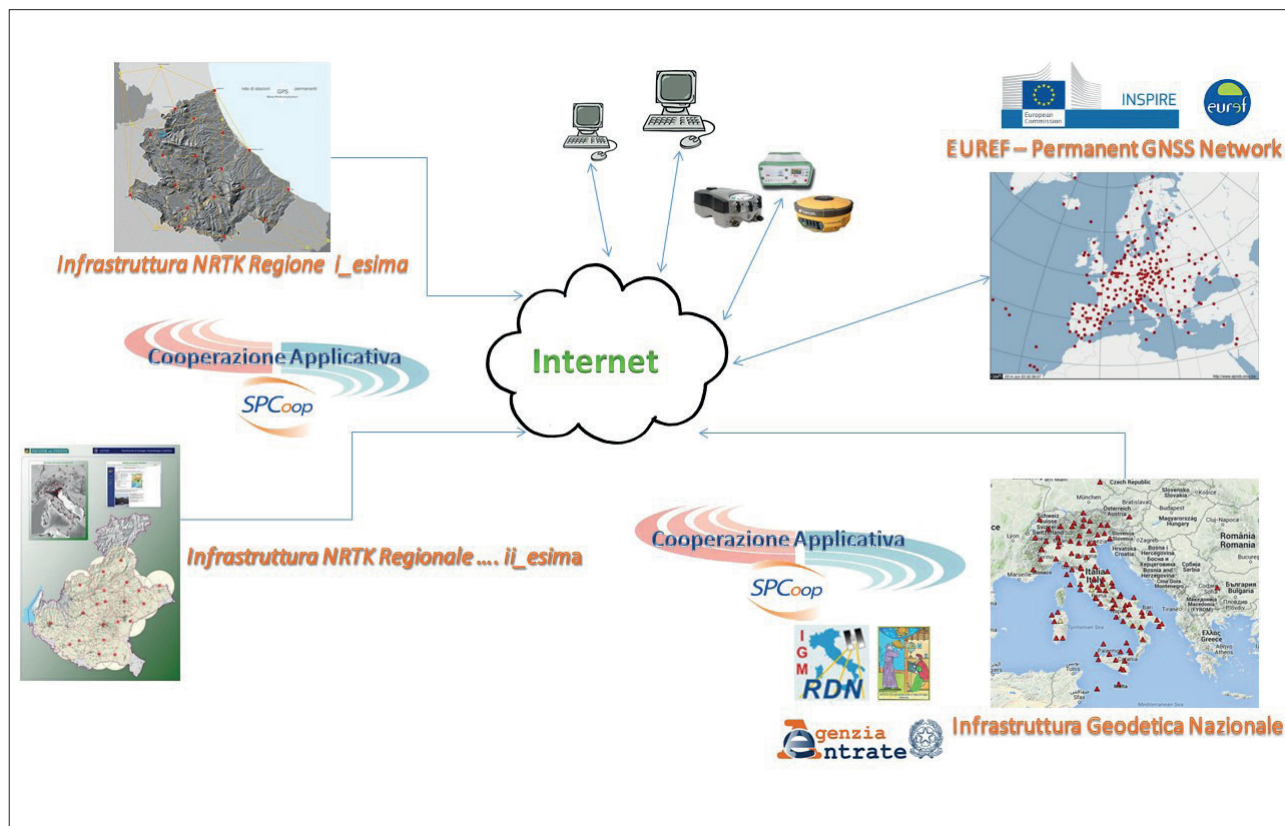
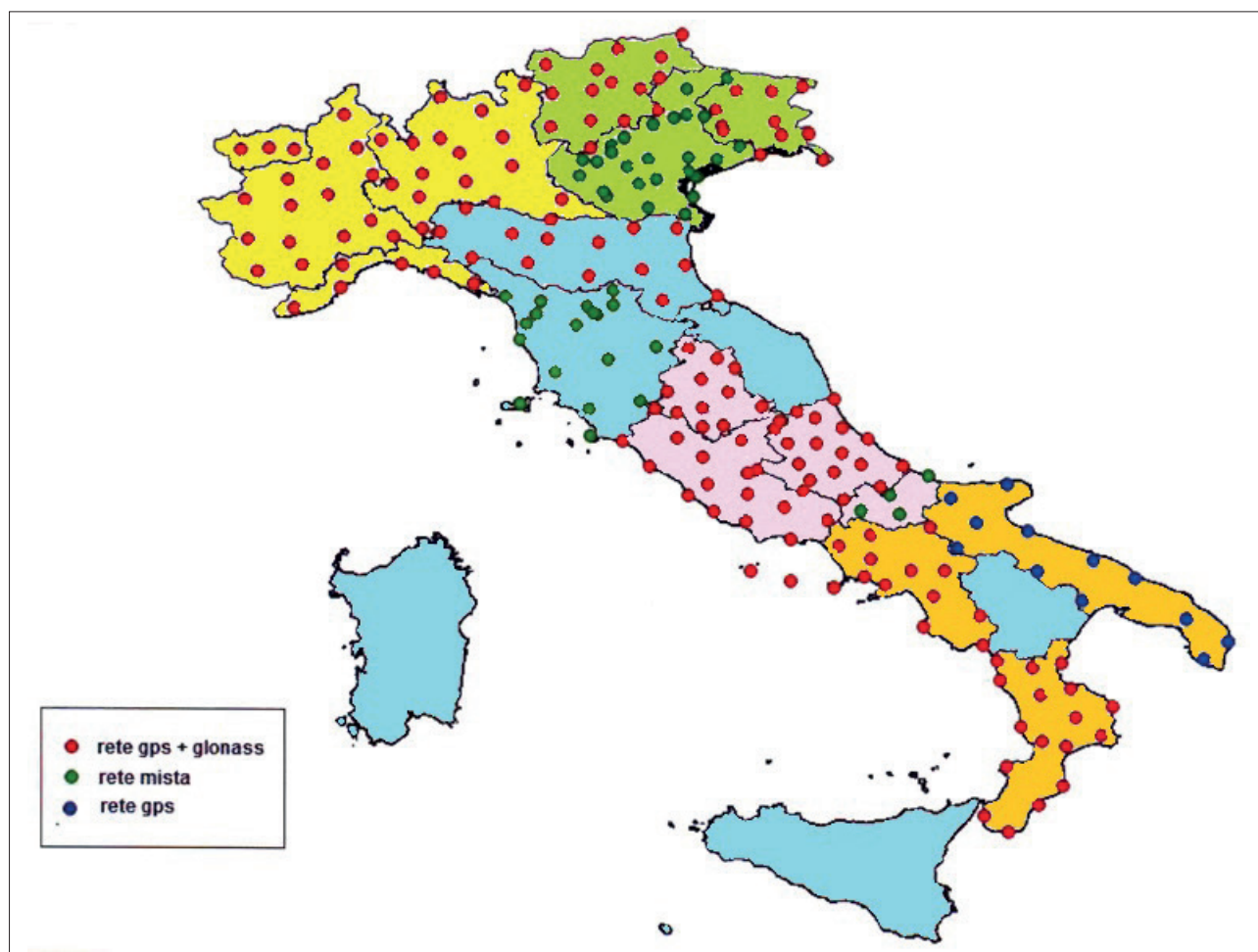



FIGURA 6 – Lo schema logico di una infrastruttura geodetica nazionale federata

- necessità di garantire un elevato livello di continuità, oltre che del servizio, anche del posizionamento delle singole stazioni e, ove ciò non possibile, standardizzare le informazioni necessarie per ricostruire tutte le modifiche di posizionamento;
- uniformare il sistema di inquadramento delle reti pubbliche;
- definire un sistema per il controllo di qualità e per la certificazione del posizionamento in tempo reale di un utente connesso ad una rete di stazioni permanenti GNSS;
- necessità di approfondire il tema della possibilità di certificare il corretto funzionamento della rete GNSS durante le operazioni di misura;
- definire i contenuti degli Accordi Inter-istituzionali (una nuova Intesa Stato Regioni? Perché no!);
- definire il *sistema degli accordi di servizio* necessari per garantire l'interoperabilità e cooperazione applicativa tra i vari sistemi informativi di gestione delle reti;
- definire la topologia della "*Infrastruttura Geodetica Nazionale*", in tale ambito dovrà essere verificata la possibilità di realizzare il servizio integrando direttamente tutti le infrastrutture regionali (figura 3) oppure raggrupparle in cinque cluster (figura 7), uno dei quali necessariamente dovrà vedere l'impegno dell'Agenzia delle entrate e/o dell'IGM, oppure realizzare un'unica infrastruttura, con i problemi "amministrativi" di concessione in comodato d'uso gratuito dalle Regioni all'Agenzia delle entrate e/o all'IGM nonché degli impegni di questi ultimi a garantirne la gestione e la manutenzione;
- definire le linee guida procedimentali sulle compensazioni di (cluster di) reti regionali, al fine di evitare i "salti" nelle coordinate dei diversi servizi di posizionamento;

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

FIGURA 7 – Una possibile aggregazione dei cluster del network di infrastrutture pubbliche

- definire gli standard di inquadramento delle singole reti nella rete RDN;
- definire i livelli di servizio che l'Agenzia delle Entrate riterrà indispensabili per l'utilizzazione delle infrastrutture NRTK per le esigenze catastali;
- definire le problematiche inerenti, come ipotizzato in ambito INSPIRE, l'EVRS (European Vertical Reference System).

Su tutti questi temi il CISIS/CPSG continuerà ad operare nell'ambito del Programma di Attività di ricerca avviato negli anni scorsi, con la collaborazione di alcune Università e Centri di Ricerca. Programma che proseguirà anche negli anni 2015/2016, come deliberato dal Comitato Permanente Sistemi Geografici del 03/03/2015.

Conclusioni

Riepilogando, per la realizzazione dell'Infrastruttura geodetica nazionale *federata* è indispensabile:

- proseguire nello sviluppo della cooperazione interistituzionale in ambito geodesia tra le Amministrazioni pubbliche (IGM, Agenzia delle Entrate, Regioni, CISIS/CPSG, Università);
- procedere nella verifica degli allegati tecnici del DPCM 10 novembre 2011 "Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale" ed eventualmente nel loro aggiornamento e/o integrazione;
- sviluppare un intervento sinergico per la realizzazione dell'ipotizzata Infrastruttura Geodetica Nazionale in un quadro di cooperazione federata con

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

quanto già realizzato dalle Regioni in tema di Reti Dinamiche regionali.

In ogni caso le Regioni proseguiranno il loro impegno sui temi illustrati e lo faranno continuando a coinvolgere le Università, i Centri di Ricerca e tutto il sistema degli stakeholder anche attraverso lo sviluppo di appositi workshops sui temi oggetto del Programma di attività geodetiche 2015 / 2016 del CISIS / CPSG, come fatto recentemente in ambito Data Base Geotopografici.

È da segnalare, quale ulteriore elemento positivo, la riattivazione, nelle more del rinnovo del Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali, nel corso di una riunione coordinata dall'Agenzia per l'Italia Digitale, i rappresentanti delle 19 Amministrazione Centrali e locali interessate, è stato ritenuto necessario procedere al riavvio dei gruppi tecnici. In particolare è stata proposta la riattivazione del *Gruppo di Lavoro 3 – Reti GNSS*, che con il coordinato dell'IGM si è insediato lo scorso 21 aprile presso l'Istituto Geografico Militare.

L'augurio è che le Regioni e Province Autonome e il CISIS non siano lasciati soli nell'affrontare i temi discussi, ma possano trovare al loro fianco sia le Amministrazioni Centrali (almeno i due Organi Cartografici dello Stato: IGM e Agenzia delle entrate), che i componenti del Gruppo di Lavoro *Reti GNSS*.

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Bibliografia

Accordo per la Realizzazione del Sistema Cartografico di riferimento, Roma 30.12.1998 – http://www.pcn.minambiente.it/GN/leggi/accordo98.pdf

BARBARELLA M., RADICIONI F., SANSÒ F. editori, Lo sviluppo delle tecnologie per le reti geodetiche, CISIS, Roma, 2009 – http://www.centrointerregionale-gis.it/AvvGara/I_lotto/Pubblicazione_Reti1.pdf

Codice amministrazione digitale (D. Lgs. 7 MARZO 2005, N. 82 e ss.m.ii.) http://www.agid.gov.it/agid/quadro-normativo/codice-amministrazione-digitale

BARBARELLA M, CAPORALI A., LONGHI D., SANSÒ F., Il sistema di riferimento geodetico italiano: un esempio di collaborazione tra CISIS, Università, IGM, in Atti ASITA 2011 – http://atti.asita.it/ASITA2011/indice_atti.html

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 novembre 2011 "Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 48 del 27-02-2012 (Supplemento Ordinario n°37) http://www.gazzettaufficiale.biz/atti/2012/20120048/12A01799.htm

Il Progetto ICAR (INTEROPERABILITÀ E COOPERAZIONE APPLICATIVA TRA LE REGIONI), CISIS / CPSI, Roma 2010 http://www.progettoicar.it/ViewCategory.aspx?lang=it&catid=74d978a50b734558b36365c349c9ce08

Sitografia

EUREF Permanent GNSS Network http://www.epncb.oma.be/

INSPIRE Infrastructure for Spatial Information in the European Community http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm

RDN (Rete Dinamica Nazionale) http://www.igmi.org/rdn/

Regione Abruzzo: http://gnssnet.regione.abruzzo.it/

Regione Calabria: http://gpscalabria.protezionecivilecalabria.it/

Regione Campania: http://gps.sit.regione.campania.it/indexmain.php

Regione Friuli Venezia Giulia: http://www.regione.fvg.it/rafvg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/strumenti-per-conoscere/FOGLIA1/

Regione Lazio: http://gnss-regionelazio.dyndns.org/Spiderweb/frmIndex.aspx

Regione Liguria: http://www.gnssliguria.it/

Regione Lombardia: http://gnss.regione.piemonte.it/frmIndex.aspx

Regione Molise: http://www.geo.regione.molise.it/web/guest/diffusione.coordinate.gps

Regione Piemonte: http://gnss.regione.piemonte.it/frmIndex.aspx

Regione Puglia: http://gps.sit.puglia.it/SpiderWeb/frmIndex.aspx

Regione Umbria: http://www.umbriageo.regione.umbria.it/pagine/gpsumbria-001

Regione Valle D'Aosta: http://gnss.partout.it/a/invallee.it/gnssvda/

Regione Veneto: http://www.regione.veneto.it/web/ambiente-e-territorio/stazioni-gps

Provincia Autonoma di Bolzano: http://www.stpos.it/Spiderweb/frmIndex.aspx

Provincia Autonoma di Trento: http://www.catasto.provincia.tn.it/TPOS/

CISIS (Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici e statistici): http://www.cisis.it/

CPSG (Comitati Permanenti per i Sistemi Informatici (CPSI), i Sistemi Geografici): http://www.centrointerregionale-gis.it/

AGID (Dati Territoriali): http://www.agid.gov.it/agenda-digitale/open-data/dati-territoriali

Agenzia delle entrate (Servizi catastali e ipotecari): http://www.agenziaentrate.gov.it/wps/content/nsilib/nsi/home/servizi+online/serv_terr

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

SILVIA SINISCALCHI
Rappresentazione, percezione, territorio
Aracne, Roma, 2012

Parlare di cartografia è di sicuro facile per un geografo che ha posto le analisi delle rappresentazioni alla base delle dinamiche territoriali, soprattutto quando si tratta di ricostruire le identità dei paesaggi investigando in maniera originale sui significati espressi dalla toponomastica, come ben dimostra l'autore di questo volume. Un'opera predisposta con cura meticolosa da cui si evince la capacità di penetrare all'interno del ragionamento cartografico andando ben oltre quello che potrebbe essere il semplice tecnicismo che sta alla base dei trattati su analoghe tematiche, coniando in una sintesi perfettamente integrata alcune delle opzioni che, pure legate da un unico determinante cartografico, di fatto ne hanno sempre rappresentato aspetti distinti e definiti. L'originalità, anche rispetto a lavori analoghi, si coglie già dall'ampiezza dell'introduzione – preceduta dalla prefazione di Elio Manzi – aperta dal richiamo alla *geocartografia*, come la ebbe a intendere il Baldacci. Ciò appare quasi una condizione di base posta dall'autore per indicare il rapporto diretto tra la geografia e la cartografia, quasi a limitare volutamente il campo di azione dei contenuti del volume all'interno di queste due discipline. Risulta evidente, infatti, il tentativo, certo non facile, di tracciare il quadro dei rapporti tra la cartografia e la geografia ripercorrendo, con citazioni puntuali, la storia di questo rapporto di cui viene messa in evidenza una pressoché costante criticità. Non sfuggono i passaggi riferiti agli ultimi decenni, quando la cartografia è divenuta oggetto di attenzione da parte di altre discipline le quali, per altro, si sono financo appropriate proprio della tradizione e della consuetudine cartografica tipiche della geografia tradizionale, cosa che non ha di certo giovato all'affermazione della scientificità di quest'ultima rispetto ad altre scienze territoriali. Un rapporto interessante che di certo non fa apparire la prima assoggettata alla seconda, anzi gli fornisce piena autonomia pure all'interno di un orizzonte scientifico assolutamente geografico. Un legame che, almeno a parere di chi scrive, nella specifica autonomia scientifica di queste due discipline porta a cogliere univocità di vedute, interazione tra ruoli distinti, interdipendenza quasi preordinata per via dell'oggetto di cui entrambe sogliono occuparsi: il territorio. A questo proposito piace ancor di più la digressione sulla riconsiderazione della cartografia in termini assolutamente propositivi e di ausilio a una geografia moderna tesa a comprendere e va-

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

lutare la complessità dei fenomeni che assillano l'odierna società, senza per questo paventare il ritorno a uno sterile "descrittivismo" (pag. 26). D'altronde, non poteva mancare, in questa prima parte del volume, il richiamo (anche questo circostanziato e documentato bibliograficamente) alla carta storica e all'uso che oggi si fa di questo documento, non solo di tipo tecnico, o storico, o collezionistico, ma soprattutto applicato alla conoscenza dei fatti localizzati nel tempo e nello spazio, capace di rilevare quei caratteri identitari meglio conosciuti invarianti di paesaggio da essere considerati come base di orientamento delle decisioni da intraprendere in futuro. E proprio con la cartografia storica nella percezione e "per la" gestione del territorio si apre il primo capitolo del volume che denota la propensione dell'autrice all'analisi dei suoi fatti evolutivi, consentita, appunto, da una sapiente indagine cartografica supportata egregiamente, come si evince dal quadro complessivo del testo, dall'utilizzo di strumenti e di tecniche GIS applicati a metodiche di tipo prettamente geografico. Non sfugge inoltre la dovizia dell'interpretazione dei singoli stralci cartografici o delle diverse cartografie che vengono proposte per esemplificare dei raffronti tra documenti di età diversa, ampiamente commentati con l'utilizzo di un linguaggio colto e sensibile agli apporti che altre discipline possono fornire alla corretta interpretazione dei fatti territoriali quale, ad esempio, la semiotica, introdotta con senso pertinente alla susseguente esemplificazione e/o valutazione. Il tutto arricchito da un interessante quanto prezioso e corretto apparato iconografico. Né può meravigliare il lettore che conosce la scuola di provenienza della Siniscalchi, l'ampia considerazione riservata alla toponomastica la quale, unitamente all'utilizzo dei GIS nelle indagini cartografiche e toponomastiche, diviene uno dei motivi dominanti di tutta la circostanziata lettura, arricchita da inserimenti e argomentazioni a tema e specialistiche interessanti quanto originali, effettuati mettendo assieme, ad esempio, la didattica, la carta storica, la rappresentazione moderna o attualizzata dai dati satellitari. Un percorso tra antico (ovviamente nel senso cartografico) e moderno di cui si coglie compiutamente il senso nel dimostrare in maniera convincente quanto la documentazione storica possa essere resa attuale. Ciò, in particolare, allorché si ricorre alla prassi geografica applicata alla strutturazione operativa della ricerca finalizzata alla conoscenza delle esperienze della storia e alla individuazione dei nuovi rapporti tra uomo e ambiente consentiti dalla geografia letta, appunto, in chiave storiografica. Il documento antico interpretato e confrontato sagacemente con quello attuale attraverso l'adozione di tecniche GIS diviene allora fonte di nuovi paradigmi di ricerca, avvalorati dalla toponomastica e dall'analisi semantica dei suoi contenuti geografici che possono contribuire ad aprire nuove frontiere ad un percorso finora e troppo spesso racchiuso all'interno di inutili polemiche e politiche di disciplina, quanto mai attuale e necessario. In ciò il messaggio che l'autrice ha voluto fornire (non so se in o coscientemente) è di sicuro diretto, preciso e privo di quella fuorviante intriganza che le sue analisi cartografiche e le sue parole si sono sforzate di fare cogliere al lettore di questa interessante opera cartografica, o meglio di cartografia modernamente applicata e perciò meritevole di essere segnalata.

Giuseppe Scanu

ISSN 2282-472X (online)
ISSN 0044-9733 (print)

Associazione Italiana di Cartografia

È un'Associazione di esclusivo carattere culturale e ha lo scopo di contribuire allo sviluppo degli studi e delle ricerche nel campo cartografico in Italia, di perfezionare la cultura professionale dei Soci e di dare il proprio apporto all'affermazione italiana all'estero, nel quadro della collaborazione internazionale.

Il Consiglio direttivo dell'Associazione per il quadriennio 2014-2017 è costituito da:

I Soci dell'AIC ricevono il Bollettino e partecipano alle manifestazioni culturali indette dell'Associazione.
Le quote sociali annuali in vigore sono le seguenti:

- Socio ordinario: Euro 40
- Socio collettivo: Euro 100
- Socio giovane: Euro 20

Modalità di pagamento:

- Contanti (in occasione delle Assemblee dei soci AIC)
- Bonifico Bancario: Coordinate bancarie:

Banca Popolare di Vicenza – Via Mazzini, 26 – 34121 – Trieste
Associazione Italiana di Cartografia
IBAN: IT 80 V 05728 02200 801570253533
Numero Conto Corrente: 253533
Codice SWIFT: BPVIIT21801

Codice fiscale AIC: 94000280480

Indirizzo Postale, E-mail, Sito Internet:
Indirizzo postale: Associazione Italiana di Cartografia, c/o Prof.ssa Elena Dai Prà, Dipartimento di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Trento, Via Tommaso Gar, 14 – 38122 Trento
E-mail: segreteria@aic-cartografia.it
Sito Internet: http://www.aic-cartografia.it/sito/

Italian Cartographic Association

It is cultural association which aim is to contribute to developing studies and research on Cartography, to improve the professional cartographic culture among associates and to promote Italian cartographic culture abroad within the international cooperation.

Executive Board (2014-2017)

Associates of the Italian Association of Cartography receive the Bullettin and take part to the events organized by the association.
Social fees are the following for one year:
- *Regular Associate: Euro 40*
- *Enterprise/Institution Associate: Euro 100*
- *Young Associate: Euro 20*

Payment:
- *Cash (as in General Assembly and Conferences)*
- *Bank transfer. Bank coordinates:*

Banca Popolare di Vicenza – Via Mazzini, 26 – 34121 – Trieste
Associazione Italiana di Cartografia
IBAN: IT 80 V 05728 02200 801570253533
Count number: 253533
SWIFT Code: BPVIIT21801

AIC Fiscal code: 94000280480

Post address, E-mail, Internet:
Post address: Associazione Italiana di Cartografia, c/o Prof.ssa Elena Dai Prà, Dipartimento di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Trento, Via Tommaso Gar, 14 – 38122 Trento
E-mail: segreteria@aic-cartografia.it
Internet: *http://www.aic-cartografia.it/sito/*

Bollettino della
ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA 2015 (153)
http://www.openstarts.units.it/dspace/handle/10077/9933

INDICE / *SUMMARY*

Questo numero del Bollettino raccoglie gli interventi alla sessione plenaria della conferenza ASITA 2014 dedicata al nuovo sistema geodetico nazionale ed è stato curato da Maurizio Barbarella, autore del primo articolo della raccolta.

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE